Techn. Wagner
214 ix b
18. 1. 73

Die

[illegible]emische Techn[illegible]

[illegible]

nach dem [illegible]

[illegible]

Theorie und der Prax[illegible]

[illegible]

Leitfaden [illegible]

[illegible]

[illegible]

Johannes Rudolf [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Leipzig.

Verlag von [illegible]

[illegible]

Die

Chemische Technologie

dargestellt

nach dem gegenwärtigen Standpunkte

der

Theorie und der Praxis der Gewerbe

als

Leitfaden bei Vorlesungen

an Universitaten, technischen Lehranstalten, sowie zum Selbstunterricht.

Von

Johannes Rudolf Wagner

Dr. der Staatswirthschaft und der Philosophie, ordentl. öffentl. Professor der Technologie an der staatswissenschaftlichen Facultät der königl. Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg.

Fünfte umgearbeitete Auflage.

Mit 275 Holzschnitten.

Leipzig
Verlag von Otto Wigand.
1863.

128 - D.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede zur fünften Auflage.

Die grosse Verbreitung, welche mein Lehrbuch der chemischen Technologie in Deutschland wie im Auslande gefunden hat, macht abermals eine neue Auflage nothwendig. Auch bei dieser fünften Ausgabe war keine Veranlassung vorhanden, wesentlich den Grundplan und die innere Einrichtung des Buches, die sich mir bei meinen akademischen Vorträgen über technische Chemie an hiesiger Hochschule als eine zweckentsprechende gezeigt hat, abzuändern, dagegen war ich bemüht, die neue Auflage mit allen nur möglichen Berichtigungen und Verbesserungen zu versehen und denjenigen Zusätzen zu bereichern, welche durch die staunenswerthen Fortschritte der Gewerbswissenschaften der letzten drei Jahre an die Hand gegeben waren. Durch meine Betheiligung bei der Jury der Gewerbeausstellungen des verflossenen Jahrzehndes, namentlich der internationalen Industrieausstellung in London im Sommer 1862 und als langjähriger Herausgeber des unter den Praktikern Deutschlands und Englands weit verbreiteten Jahresberichtes der chemischen Technologie war ich in der Lage, über so Manches Auskunft zu erhalten, was der neuen Auflage zu gute gekommen ist. Möge auch ihr von Seite competenter Männer eine nachsichtige Beurtheilung zu Theil werden!

Die erste Auflage des vorliegenden Buches erschien im September 1850 (ich war damals Privatdocent der technischen Chemie in der philosophischen Facultät der Universität meiner Vaterstadt

Leipzig und Adjunct am akademischen, unter Erdmann's Leitung stehenden Laboratorium), die zweite im Mai 1853 (die ich als Professor der technischen Chemie an der königl. Gewerbschule zu Nürnberg herausgab), die dritte im August 1856 und die vierte im Mai 1859 (beide letztere Ausgaben von Würzburg aus). —

Universität Würzburg, d. 1. Mai 1863.

Dr. Johannes Rudolf Wagner
o. ö. Prof. der Technologie.

Inhalt.

Einleitung 1.

I. *Die chemische Metallurgie.*

(Seite 3—132.)

Allgemeines 3. Erze 3. Aufbereitung 4. Vorbereitung 4. Zugutemachen 5. Hüttenproducte 6 (Educte, Hüttenfabrikate, Zwischenproducte, Abfälle).

Eisen 6. Eisenerze 7. Ausbringen des Eisens 8. Hochofenprocess 9. Hochofen 9. Gebläse 10. Chemischer Process im Hochofen 11. Vertheilung der Temperatur darin 12. Gichtgase 12. Roheisen 13. Eisengiesserei 15. Schacht- oder Cupolofen 15. Flammenofen 16. Adouciren 17. Emailliren 18. Stabeisen 18. Herdfrischung 19. Schwedischer Frischprocess 20. Puddlingsprocess 20. mit Gas 22. Walzwerk 22. Blechfabrikation 23. Drahtfabrikation 23. Eigenschaften des Stabeisens 25. Stahl 25. Roh- oder Schmelzstahl 26. Puddelstahl 26. Bessemerstahl 26. Uchatiusstahl 27. Tunner's Glühstahl 27. Cement- oder Brennstahl 27. Gerbstahl 27. Gussstahl 28. Stahl aus Schmiede- und Roheisen 28. Verstählen 28. Eigenschaften des Stahls 28. Anlassen des Stahls 29. Wolframstahl, Damascenerstahl 30. Stahlstich 30.

Blutlaugensalz 30. Rothes Blutlaugensalz 31. Cyankalium 32. Berlinerblau 32. Turnbull's Blau 34. Lösliches Berlinerblau 35.

Kobalt 35. Metallisches Kobalt 35. Smalte 35. Kobaltultramarin 36. Coeruleum 37. Rinmannsches Grün 37. Kobaltoxydul 37. Kobaltgelb 37.

Nickel 38. Vorkommen 38. Gewinnung des Nickels 38. Eigenschaften desselben 38.

Kupfer 39. Vorkommen 39. Zugutemachen der Erze in Schachtöfen 40. Garmachen des Schwarzkupfers auf dem Herde 42. Zugutemachen der Erze in Flammenöfen 43. Rösten der Erze 44. Verschmelzen der gerösteten Erze 44. Rösten des Rohsteines 45. Concentrationsstein 45. Roh- oder Schwarzkupfer 45. Garmachen des Schwarzkupfers 46. Gewinnung des Kupfers aus oxydirten Erzen 46. auf nassem Wege 46. auf galvanischem Wege 47. Eigenschaften des Kupfers 47.

Legirungen des Kupfers 48. Bronze (Glockenmetall, Kanonenmetall, Statuenbronze) 48. Messing 49. Tombak 50 (Aichmetall, Sterrometall 50). Bronzefarben 50. Neusilber 50 (Chinasilber, Perusilber, Alpaka 51). Nickelmünzen 51. Weisskupfer 51. Kupferamalgam (Metallkitt) 51.

Kupfervitriol 51. Doppelvitriol 52. Kupferfarben 52. (Braunschweigergrün 53. Bremerblau 53. Mineralgrün 54. Mineralblau 55. Bergblau 55. Kalkblau 55. Oelblau 55. Kupferindig 55. Schweinfurtergrün 55. Gentele's Grün 56. Grünspan 56.)

Blei 57. Bleierze 57. Niederschlagsarbeit 58. Röstarbeit 58. Werkblei 59. Frischprocess 59. Eigenschaften des Bleies 59. Schrotfabrikation 60. Massicot 62. Bleiglätte 62. Mennige 62. Bleisuperoxyd 62. Oxydirte Mennige 63. Bleizucker 63. Chromsaures Bleioxyd 63. Chromsaures Kali 64. Chromroth 65. Chromoxyd 66. Chromchlorid 66. Bleiweiss 66. Ersatzmittel für Bleiweiss 71.

Zinn 71. Zinnerze 71. Gewinnung 72. Eigenschaften des Zinnes 72. Verzinnen 73. Musivgold 74. Zinnsalz 75. Zinnsaures Natron 75.

Wismut 76. Vorkommen 76. Eigenschaften und Anwendung 77.

Zink 77. Zinkerze 77. Gewinnung des Zinks 77. Eigenschaften 80. Anwendung 81. Zinkweiss 81. Zinkvitriol 82. Zinkgelb 82. Chlorzink 82. Löthsalz 82. Zinkoxychlorür 82.

Kadmium 83. Wood's Legirung 83. Schwefelkadmium 83.

Antimon 83. Vorkommen und Gewinnung 83. Eigenschaften 85. Legirungen 85. Antimonoxyd 85. Schwefelantimon 85. Neapelgelb 85. Antimonzinnober 85.

Arsenik 86. Arsenige Säure 87. Arsensäure 87. Arsensaures Natron 87. Realgar 87. Operment 87. Rusma 87.

Quecksilber 88. Vorkommen und Gewinnung 88. Verfahren in Idria 88. in Spanien 89. in der Pfalz 91. Eigenschaften 91. Zinnober 92. Knallquecksilber 92. Zündhütchen 93. Knallsilber 93.

Platin 94. Erze und Analysen 94. Gewinnung nach der älteren Methode 95. nach Deville und Debray 95. Eigenschaften 95. Platinschwamm 96. Platinmohr 96. Platinlegirungen 96. Elaylplatinchlorür 96.

Silber 97. Erze 97. Gewinnung des Silbers durch Ausschmelzen 97. durch Amalgamation 97. nach Augustin 100. nach Ziervogel 101. durch Extraction mit Blei 101. Gewinnung des Silbers aus Werkblei 101. Treibherd 102. Pattinsoniren 102. Entsilberung mittelst Zink 103. Feinbrennen des Blicksilbers 103. Chemisch reines Silber 103. Eigenschaften des Silbers 104 Legirungen des Silbers 104. Münzfuss 105. Silberprobe 105. Versilbern 106.

Lichtbilder 107. Daguerreotypie 109. Photographie 111. Phototypie 116.

Gold 116. Vorkommen 117. Gewinnung aus dem Sande 117. durch Verschmelzen 117. durch Alkali 118. durch Amalgamation 118. auf nassem Wege 118. Goldscheidung 118. Eigenschaften des Goldes 120. Legirungen des Goldes 121. Färben des Goldes 121. Goldprobe 121. Vergolden 122. Goldpurpur 123.

Aluminium 123. Gewinnung 123. Eigenschaften 124. Anwendungen des Aluminiums 125.

Galvanotechnik 126. Anwendung des Galvanismus 126. Galvanoplastik 127. Vergolden 129. Versilbern 130. Aetzen 130. Metallochromie 130. Electrotypie 131. Glyphographie 131. Galvanographie 131.

II. *Alkalien und Erden und ihre technische Anwendung.*

(Seite 133—348.)

Potasche 133. aus Vegetabilien 133. Ausbeute 135. aus Rübenmelasse 135. aus dem Meerwasser und aus Salinen 136. aus Feldspath 136. aus dem Schweisse der Schafwolle 136. aus dem Abraumsalze von Stassfurt 136. Prüfung der Potasche 136. Anwendung 137. Aetzkali 137.

Salpeter 138. Bildungsweise 139. Gewinnung 139. Plantagen 140. Läutern des Rohsalpeters 143. Darstellung aus Chilisalpeter 143. Salpeterprüfung 144. Anwendung des Salpeters 145. Natronsalpeter 145.

Salpetersäure 146. Gewinnung 146. Reinigung derselben 146. Rauchende Salpetersäure 147. Theorie der Salpetersäuregewinnung 148. Anwendung der Salpetersäure 148.

Schiesspulver 148. Materialien 149. Pulverisirtrommeln 149. Walz- und Stampfmühlen 150. Mengtrommeln 150. Verdichten des Satzes 150. Körnen 151. Poliren und Trocknen des Pulvers 152. Ausstäuben 152. Eigenschaften des Pulvers 152. Zusammensetzung des Pulvers 154. Verbrennungsproducte 155. Pyronone 156. Lithofracteur 156. Pulverprobe 156. Weisses Schiesspulver 157. — Chemische Principien der Feuerwerkerei 158. (Salpeterschwefel 159. Grauer Satz 159. Chlorkalischwefel 160. Satz zu Zündnadelgewehren 160. Explosive Körper 160. Brandsätze 160. Farbige Feuer 160.)

Kochsalz 161. Vorkommen 161. Gewinnung aus dem Meerwasser 162. mit Hülfe von Salzgärten 162. mit Hülfe von Frost 163. mittelst Brennmaterial 163. Gewinnung des Steinsalzes 165. der Salzsoolen 165. Kochsalz aus Salzsoolen 166. Gradirung 167. Versieden der Soole 168. Viehsalz, Düngesalz, Fabriksalz 169. Eigenschaften des Kochsalzes 169. Anwendung 170. Production 170.

Soda 171. Natürliche Soda 171. Soda aus Sodapflanzen 171. Jod 172. (Gewinnung aus Kelp 173. aus dem Chilisalpeter 173. Eigenschaften und Anwendung 174.) Jodkalium 174. Bromgewinnung 174. — Soda aus Kochsalz 175. Verfahren von Leblanc 175. Reinigen der rohen Soda 177. Verwerthung der Rückstände 178. Sodafabrikationsverfahren von Kopp 178. von Schlesing 179. Aetznatron 180. Zweifach kohlensaures Natron 180.

Schwefel 181. Vorkommen 181. Stangenschwefel und Schwefelblumen 181. Darstellung des Schwefels aus Schwefelkies 183. durch Rösten von Kupferkies 184. aus Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure 184. aus schwefliger Säure und Kohle 184. Eigenschaften und Anwendung des Schwefels 184. — Schweflige Säure 185. Schwefligsaurer Kalk 186. Unterschwefligsaures Natron 187.

Schwefelsäurefabrikation 187. Rauchende Schwefelsäure 187. Englische Schwefelsäure 189. Darstellung der Kammersäure 190. Concentration derselben 190. im Platinkessel 191. in Glasretorten 192. Schwefelsäure mittelst Schwefelkies 193. Schwefelsäure aus schwefliger Säure und Chlor 193. aus schwefliger Säure und Untersalpetersäure 193. aus Gyps 193. Eigenschaften und Anwendung der Schwefelsäure 194.

Schwefelkohlenstoff 195. Schwefelchlorür 196.

Salzsäure 196. Darstellung und Eigenschaften 197. Anwendung 197. Glaubersalz 198.

Chlorkalk 198. Darstellung mittelst Braunstein 199. mittelst Natronsalpeter 199. mittelst Schwefelkies und Kochsalz 199. mittelst Kupferchlorid 199. Entwicklungsapparate 200. Condensationsapparate 201. Theorie 201. Eigenschaften des Chlorkalkes 202. Chlorometrie 202.

Chloralkalien 205. Unterchlorigsaure Thonerde 205. -Magnesia 205. -Zinkoxyd 205. -Baryt 205. Chlorsaures Kali 205.

Braunsteinprobe 206. nach Fresenius und Will 206. nach Nolte, Mohr, Streng 207.

Alkalimetrie 207. nach Descroizilles 208. nach Mohr 208. nach Fresenius und Will 209. Ausdruck des Handelswerthes 210.

Ammoniak und Ammoniaksalze 211. Flüssiges Ammoniak 211. Kohlensaures Ammoniak 212. durch Fäulniss 213. durch trockne Destillation 213. Salmiak 214. Sublimation desselben 215. Schwefelsaures Ammoniak 217. aus faulem Harn 217. aus dem Gaswasser 218. Salpetersaures Ammoniak 219.

Glasfabrikation 219. Allgemeine Eigenschaften 219. Rohmaterialien 221. Entfärbungsmittel 222. Glasscherben 223. Glashäfen 224. Glasöfen 225. Vorbereitung des Satzes 227. Fritten 228. Heissschüren 229. Läutern 229. Kaltschüren 229. Fehler des Glases 230. Mondglas 231. Werkzeuge 231. Walzenglas 232. Tafelglas 233. Spiegelglas 235. Schleifen der Spiegel 237. Belegen und Versilbern der Spiegel 238. Hohlglas 239. Gepresstes Glas 241. Wasserglas 241. Stereochromie 243. Krystallglas 245. Schleifen desselben 245. Optisches Glas 245. Crownglas 246. Strass 247. Gefärbtes Glas 248. Glasmalerei 249. Email und Beinglas 251. Alabasterglas 252. Hämatinon 252. Aventuringlas 253. Incrustationen 253. Filigranglas 253. Millefiori 254. Perlen 254. Hyalographie 255.

Seifenfabrikation 256. Kernseife 257. Baumölseife 259. Gefüllte Seifen 260. Weiche Seifen 261. Kieselseife etc. 262. Toilettenseifen 262. Anwendung und Wirkung der Seife 263. Seifenprobe 263. Unlösliche Seifen 265.

Borsäure und Borax 266. Borsäure, Vorkommen und Gewinnung 267. Theorie der Bildung 267. Eigenschaften und Verwendung derselben 269. Borax 269. aus Tinkal 270. aus Borsäure 270. Reinigen des Borax 271. Octaëdrischer Borax 272. Anwendung des Borax 273. Bordiamanten 273.

Kalk und Kalkbrennen 274. Vorkommen des Kalkes 274. Eigenschaften 275. Kalkbrennen 275. Feldöfen 275. Periodische Oefen 276. Continuirliche Oefen 277. Oefen mit doppelter Benutzung 278. Eigenschaften des gebrannten Kalkes 278. Löschen des Kalkes 279. Anwendung des Kalkes 280.

Mörtel 280. Luftmörtel 280. Erhärten desselben 281. Hydraul. Mörtel 282. (Hydraul. Kalk 282. Cämente 283. Trass, Puzzuolane, Santorin 283. künstliche Cämente 283. Portland-Cäment 284.) Cämentfabrikation 285. Festwerden und Erhärten des hydraulischen Mörtels 285.

Gyps und Gypsbrennen 287. Vorkommen 287. Eigenschaften des Gypses 287. Brennen des Gypses 288. Brennöfen 288. Mahlen des Gypses 290. Anwendung desselben 291. Gypsabgüsse 291. Stucco, Scaliogla 292. Härten des Gypses 292.

Barytpräparate 293. Barytmineralien 293. Eigenschaften des Baryts 293. Barytweiss 294. Eigenschaften und Anwendung desselben 295. Kohlensaurer Baryt 296. Aetzbaryt 296. Zucker-Baryt 297. Barytsalpeter 297. Andere Barytpräparate 297.

Alaunfabrikation 298. Natürlicher Alaun 298. Alaunstein 298. Alaunschiefer 299. Alaunerde 299. Alaungewinnung aus Alaunschiefer 299. aus Thon und Schwefelsäure 302. aus Kryolith 302. Kalialaun 302. Ammoniakalaun 303. Natronalaun 303. Schwefelsaure Thonerde 304. Anwendung des Alauns 304. Essigsaure Thonerde 305.

Eisenvitriol 305. Gewinnung neben der Alaunfabrikation 306. aus Schwefelkies 306.

aus Eisen und Schwefelsäure 306. aus Spatheisenstein und Schwefelsäure 306. Schwarzvitriol 306. Anwendung des Eisenvitriols 306. Eisenmennige 307.

Ultramarin 307. Natürliches 307. Künstliches 307. Rohmaterialien 307. Herstellung des grünen Ultramarins 308. Glühen des Satzes 309. Ueberführung des Ultramaringrüns in Ultramarinblau 309. Theorie der Ultramarinfabrikation 310. Eigenschaften und Anwendung des Ultramarins 311.

Keramik oder Thonwaarenindustrie 312. Thon und dessen Verarbeitung 312. Feldspath 312. Kaolin 312. Eigenschaften des Thones 313. Arten der Thone 313. Eintheilung der Thonwaaren 316. Materialien der Porcellanfabrikation 317. Vorbereitende Operationen 318. Formen 319. Glasur und Glasiren 321. Flowing colours 323. Kapseln 323. Porcellanofen 324. Sortiren der Waare 325. Fehler der Masse 325. Porcellanmalerei 326. Vergolden 328. Lithophanien 328. — Frittenporcellan 328. Parian 329. Carrara 330. — Steinzeug 330. Wedgwood 330. Terralith und Siderolith 331. — Fayence 331. Majolika 332. Verzierung der Fayence 333. Lüster 334. Etruskische Vasen 335. — Thonpfeifen 335. — Kühlkrüge oder Alcarrazas 335. — Gemeines Töpfergeschirr 336. Glasur 337. — Steine aus Thon 338. Ziegelmaterial 338. Vorbereitung des Thones 339. Streichen der Ziegel 340. Brennen der Ziegel 340. Continuirliche Brennöfen 343. Feldziegeleien 344. Dachziegel und Fliessen 345. Hohlziegel 345. Leichte Ziegelsteine 346. Feuerfeste Steine 346. Thon- und Drainröhren 347. Schmelztiegel 348.

III. *Die Pflanzenstoffe und ihre technische Anwendung.*

(Seite 349—523.)

Die Pflanzenfaser 349. — Flachs 350. Rösten 350. Brechen 350. Botten und Schwingen 351. Ribben und Hecheln 352. Gewirre oder Hede 352. Spinnen des Flachses 353. Weben 353. Arten der Leingewebe 353. Appretur 354. — Hanf 354. — Andere Gespinnstfasern 354. — Baumwolle 356. Arten 356. Spinnen 356. Auflockerung und Reinigung 356. Krempeln, Kratzen und Kardiren 357. Strecken oder Laminiren 357. Vorspinnen 357. Feinspinnen 358. Garn 358. Baumwollgewebe 358. Stellvertreter der Baumwolle 359. Flachsbaumwolle 359. — Unterscheidung der Baumwoll- von der Leinfaser 359.

Schiessbaumwolle 362. Darstellung 362. Eigenschaften 362. als Ersatz des Pulvers 363. Collodium 363.

Papierfabrikation 365. Begriff und Geschichte 365. Materialien 365. Lumpensurrogate 366. Mineral. Surrogate 366. Hand- oder Büttenpapier 367. Zerschneiden und Reinigen der Lumpen 367. Zertheilung der Lumpen 368. Holländer 369. Bleichen 371. Antichlor 372. Blauen 373. Leimen 373. Verfertigung der Bögen 374. Formen 375. Pressen der Bögen 375. Leimen der Bögen 376. Appretur 376. Sorten und Formate 377. Maschinenpapier 377. Schneidemaschinen 381. — Pappe 381. Papiermaché 382. Farbige und bunte Papiere 383. Pergamentpapier 383.

Stärkemehl 384. Eigenschaften 384. Gewinnung aus Kartoffeln 386. Trocknen der Kartoffelstärke 388. Weizenstärke 389. Zusammensetzung der käuflichen Stärke 390. Kastanienstärke 391. Arrow-root 391. Cassavastärke 391. Sago 392. — Dextrin 393.

Zuckerfabrikation 393. Geschichtliches und Allgemeines 393. Vorkommen und Eigenschaften 394. A. Rohrzucker 396. aus dem Zuckerrohr 396. Sorten des Rohzuckers 398. Melasse 399. Raffination des Rohzuckers 399. B. Rübenzucker 401. Geschichtliches 401. Arten der Rübe 401. Chemische Zusammensetzung der Rübe 403. Saccharimetrie 403. Gewinnung des Rübensaftes durch Reiben und Pressen 405. Presslinge 407. Saftgewinnung mittelst Centrifugen 407. durch Maceration 408. Läuterung des Saftes 408. Entkalken 409. Läuterung mit schwefliger Säure 410. Läuterung mit Baryt 411. Filter von Taylor 411. von Dumont 412. Pfannen 413. Kipppfannen 414. Pfanne von Pecqueur 414. von Brame-Chevallier 414. von Péclet 415. Vacuumpfannen 415. Abdampfen 417. Verkochen 418. Kühlen und Füllen 419. Decken 420. Nutschapparate 420. Clairciren 420. Centrifugen 420. Löschen 421. Melasse 421. Kandiszucker 422. Rübenzuckerproduction 423. C. Traubenzucker oder Glycose 423. Darstellung aus Trauben 424. aus Stärke 425. Anwendung des Traubenzuckers 426.

Gährungsgewerbe 426. Allgemeines 426. Geistige Gährung 427. Hefe 427. Bedingungen der geistigen Gährung 429.

Weinbereitung 430. Weinstock 430. Lese 430. Pressen 430. Chemische Bestand-

theile des Mostes 432. Gährung 432. Lagern des Weines 433. Bestandtheile des Weines 434. Alkoholermittelung 435. Vaporimeter von Geissler 435. Krankheiten des Weines 437. Klären und Gypsen des Weines 438. Rückstände der Weinbereitung 438. Schaumwein 439. Weinveredelung 441.

Bierbrauerei 443. Allgemeines 443. Getreide 444. Hopfen 444. Wasser 445. Ferment 446. Malzbereitung 446. (Einweichen 447. Keimen 448. Darren 448.) Bereitung der Würze 450. (Schroten 450. Maischen 450. Decoctionsmethode 451. Dickmaischverfahren 452. Auf Satz brauen 453. Infusionsmethode 454. Hopfenhalten 455. Kühlen 456. Kühlgeläger 457.) Gährung der Würze 457. (Untergährung 457. Obergährung 457. Nachgährung 459.) Bestandtheile des Bieres 460. Bierproben 462. nach Balling 462. Hallymetrische Bierprobe 463. Nebenproducte und Abfälle der Brauerei 464.

Spiritusfabrikation 465. Allgemeines 465. Alkohol 465. Rohmaterialien der Spiritusfabrikation 466. A. Darstellung der weingaren Maische 467. aus Getreide 467. aus Kartoffeln 468. mittelst Schwefelsäure 470. aus Rüben 471. aus Abfällen der Zuckerfabrikation 471. B. Destillation der Maische 472. Allgemeines über Destillation 472. Destillirapparat 473. Apparat von Dorn 474. von Pistorius 475. von Gall 477. von Schwarz 478. Entfuselung 480. Apparat von Falkmann 481. Ausbeute an Alkohol 481. Alkoholometrie 482. Brennereirückstände 483. Schlempe 483. — Presshefe 484. Pfundhefe 485.

Brotbäckerei 485. Allgemeines 485. Anmachen des Mehles 486. Kneten 486. Knetmaschinen 487. Backen und Backofen 488. Surrogate der Fermente 488. Aërated bread 490. Brotausbeute 490. Zusammensetzung 490. Verunreinigung des Brotes 491.

Essigfabrikation 491. Entstehungsweise des Essigs 491. Essig aus Alkohol 491. Aelteres Verfahren 493. Schnellessigfabrikation 493. Essig mittelst Platinmohr 495. Eigenschaften und Prüfung des Essigs 496. Acetometrie 496. Holzessig 497. — Holzgeist 499. Holzconservation 499. Austrocknen des Holzes 500. Entfernung der Saftbestandtheile 501. Chemische Veränderung der Saftbestandtheile 501. Boucherie's Methode 502. Apelt's Methode 502. Busse's Terresin 502.

Kaffee 502. — Thee 503. — Cacao 504. — Tabak 505. — Aetherische Oele 509. — Parfümerie 510. — Liqueurfabrikation 510. — Harze 511. — Siegellack 512. — Asphalt 512. — Kautschuk 513. — Gutta Percha 516. — Firnisse 518. — Druckerschwärze 519. — Kitte 521. —

IV. *Die Thierstoffe und ihre technische Anwendung.*

(Seite 524—595.)

Verarbeitung der Wolle 524. Abstammung und Beschaffenheit der Wolle 525. Arten der Wolle 525. Zusammensetzung 525. Eigenschaften der Wolle 526. Wäsche, Schur und Sortiren der Wolle 527. Spinnen der Streichwolle 527. Kunst- oder Lumpenwolle 529. Tuchweberei 530. (Weben, Waschen, Walken 530. Rauhen, Scheeren 530. Ausrüsten des Tuches 531.) Arten der Wollzeuge 532. Kammwoll- oder glatte Stoffe 532.

Verarbeitung der Seide 533. Allgemeines 533. Arten des Seidenspinners 534. Zucht der Seidenraupe 534. Zubereitung der Seide 536. (Sortiren der Cocons 536. Haspeln 536. Mouliniren 537. Titriren und Conditioniren 537. Entschälen 537.) Seidenweberei 538. Seidenzeuge 539. Unterscheidung der Seide von der Wolle etc. 539.

Gerberei 541. Allgemeines 541. Anatomie der Thierhaut 541. I. Roth- oder Lohgerberei 545. Gerbmaterialien 545. Prüfung derselben 546. Häute 547. Einweichen der Haut 547. Reinigen der Fleischseite 548. Reinigen der Haarseite 548. Schwellen der Häute 549. Gerben der geschwellten Blössen 550. Schnellgerberei 552. Zurichten der lohgaren Häute 553. — Juchten 555. — Saffian 556. — Corduan 557. — Lackirtes Leder 557. II. Alaun- oder weissgares Leder 558. Gemeine Weissgerberei 558. Ungarische Weissgerberei 560. Französische oder Erlanger Weissgerberei 560. Knapp's Leder mit unlöslichen Seifen 561. III. Sämisch- oder ölgares Leder 562. Waschleder 563. Rauchleder 563. — Pergament 563. — Chagrin 564.

Leimfabrikation 565. Allgemeines 565. Haut- oder Lederleim 566. Kalken des Leimgutes 566. Versieden 567. Formen der Gallerte 568. Trocknen des Leimes 568. Knochenleim 569. Flüssiger Leim 570. Leimprobe 570. Fischleim 572. Leimsurrogate 573. (Kleberleim, Eiweissleim, Caseïnleim 573.) Elastischer Leim 574.

Phosphorfabrikation 574. Allgemeines 574. Weissbrennen der Knochen 575. Destillation des Phosphors 576. Reinigen 578. Formen 579. Aufbewahren des Phosphors 579. Phosphordarstellung nach Donovan 580. nach Cari-Montrand 580. nach Fleck 580. nach Gentele 581. Eigenschaften des Phosphors 581. Rother oder amorpher Phosphor 582.

Knochenkohle 583. Darstellung derselben 583. Eigenschaften 584. Prüfung 584. Wiederbelebung der Knochenkohle 585.

Milch 585. Molken 586. Milchzucker 586. Milchprüfung 586. — Butter 587. — Käse 589.

Fleisch 590. Allgemeines 590 Bestandtheile des Fleisches 590. Zubereitung desselben 591. Kochen des Fleisches 592. Conservation des Fleisches 593. Fleischzwieback 594. Einsalzen 594. Räuchern 595.

V. *Die Färberei und Druckerei.*

(Seite 596—627.)

Färberei und Druckerei im Allgemeinen 596. Farbstoffe 596. Theerfarbstoffe 597. (Anilin- und Naphtalinfarben 598.) Lackfarben 597. Rothe Farbstoffe 598. (Krapp 598. Krapplack, Krappblumen, Azale, Garancin, Colorin 599. Rothholz 600. Sandelholz 600. Safflor 600. Cochenille 601. Lac-Dye 601. Kermes 601. Orseille, Persio, Cudbear 601 u. s. w.) Blaue Farbstoffe 602. (Indig 602. Indigprobe 603. Campecheholz 605. Lakmus 605.) Gelbe Farbstoffe 606. (Gelbholz 606. Fisetholz 606. Orlean 606. Gelbbeeren 606. Curcuma 606. Wau 606. Quercitron 606. Pikrinsäure 607.) Braune, grüne und schwarze Farben 607. (Tinte 607.)

Bleicherei 607. Bleichen der Baumwolle 609. der Seide 609. Wollbleiche 609.

Färberei 610. Allgemeines 610. Beizen 611. Wollfärberei 611. Blaufärberei 612. Indigküpen 612. Sächsischblau 614 Kaliblau 614. Holzblau 615. Gelbfärben 615. Rothfärben 615. Grünfärben 616. Schwarzfärben 616. Seidenfärberei 616. Baumwollfärberei 618. Türkischroth 618. Färben der leinenen Zeuge 619.

Zeugdruckerei 619. Allgemeines 619. Beizen 620. Verdickungsmittel 620. Reservagen 620. Aetzmittel 621. Baumwolldruck 622. Kessel- oder Krappfarbendruck 622. Tafelfarben 623. Aetzdruck 624. Druck mit Anilinfarben 624. Appretur 626. Wolldruck 626. Golgasdruck 626. Berilldruck 626. Seidendruck 626. Mandarinage 627.

VI. *Die Beleuchtung und Heizung.*

(Seite 628—711.)

Beleuchtung 628. Allgemeines 628. Flamme 629. I. Kerzenbeleuchtung 630. Talgkerzen 631. Stearinkerzen 632. Glycerin 633. Paraffin und Paraffinkerzen 634. Walrath- und Wachskerzen 635. II. Lampenbeleuchtung 636. Lampen 637. (Argand's Lampe 637. Flaschen- oder Sturzlampe 639. Benkler-Ruhl's Lampe 640. Liverpoollampe 641. Aerostatische Lampen 641. Hydrostatische Lampen 641. Uhr- oder Pumplampe 642. Moderateurlampe 643.) Camphin und Camphinlampe 644. Mineralöl 645. Photogen und Solaröl 645. Petroleum 645. Solaröllampe 646. Leuchtspirituslampe 648. III. Gasbeleuchtung 648. Geschichtliches 649. Rohmaterialien 649. Steinkohlengas 650. Nebenproducte der Kohlengasfabrikation 655. Holzgas 655. Theorie der Holzgasbereitung 656. Harzgas 657. Schiefergas 659. White's Verfahren der Gasfabrikation 659. Leuchtkraft des Gases 660. Aufsammlung und Vertheilung des Gases 661. Siderallicht 665. Elektrisches Licht 665. Vergleich der Leuchtmaterialien unter einander 666.

Heizung. Brennmaterialien 666. Brennwerthbestimmungen 667. Wärmeeffect 669. Holz 670. Holzkohlen 672. Meilerverkohlung 673. Haufenverkohlung 675. Verkohlung in Meileröfen 676. Ofenverkohlung 677. Eigenschaften der Kohlen 678. Röst- oder Rothkohle 679. Torf 680. Torfkohle 683. Braunkohle 683. Steinkohle 685 Koks 689. Künstliche Brennstoffe 691. Gasförmige Brennmaterialien 692. — Heizung und Feuerung 692. Allgemeines 692. Zimmerheizung 694. Luftheizung 700. Canalheizung 701. Warmwasserheizung 702. Dampfheizung 703. Gasheizung 703. Kesselheizung 704. Zündrequisiten 706. Fabrikation der Reibzündhölzer 708. Antiphosphorfeuerzeuge 710.

Einleitung.

Die Volkswirthschaftslehre hat eine Dreitheilung der menschlichen Thätigkeit aufgestellt, indem sie die producirende, die veredelnde und die vertheilende (umsetzende) Arbeit, die Produktion, die Fabrikation und den Handel von einander unterschieden hat. Hiervon bildet nun die veredelnde Arbeit, die es mit der Verarbeitung des Rohstoffes zu thun hat, das Gewerbe im engern Sinne. Die Lehre von den veredelnden Gewerben ist die Technologie. Dem Sinne des Wortes nach ist letztere die Lehre von den Künsten (τεχνης, λογος). Nach dieser allgemeinen Bedeutung wäre die Technologie der Inbegriff aller denkbaren Kunstfertigkeiten. Um nun zu einiger Begränzung zu gelangen, rechnet man zur Technologie nur jene Kunstfertigkeiten, welche Gegenstand dauernder Beschäftigung oder wirklichen Erwerbs sind oder werden können, mit alleiniger Ausnahme derjenigen, welche wie die Bildhauerkunst, Malerei und höhere Baukunst zur Befriedigung des ästhetischen Gefühles zu dienen bestimmt sind. In diesem Sinne wird die Technologie zur Gewerbelehre, Gewerbekunde.

Die Ausdrücke Technologie, Gewerbelehre, Gewerbekunde sind jedoch keineswegs gleichbedeutend. Bergbau und Handel gehören als producirende und umsetzende (vertheilende) Gewerbe in das Gebiet der Gewerbelehre, sicherlich aber nicht in das der Technologie. Bei einigen Industriezweigen ist die Stellung eine zweifelhafte; dahin gehört nicht das häufig mit dem Bergwesen vereinigte Hüttenwesen, das ohne Zweifel einen integrirenden Theil der Technologie ausmacht, wol aber der Eisenbahnbau, der Strassenbau, die Schifffahrt, die Kunst des Maurers und Zimmermanns, die Artilleriewissenschaft u. s. w. Letztere Zweige werden meist Gegenstand specieller Behandlung.

Die Technologie ist keine selbständige Wissenschaft mit eigenthümlichen Grundsätzen, sondern fusst lediglich auf der Anwendung der Principien und Erfahrungssätze der Chemie, Physik und Mechanik auf Verarbeitung der Rohmaterialien zu Gegenständen des physischen Gebrauches. Sie ist demnach praktische Naturwissenschaft und hat den Zweck, die technisch-industrielle Thätigkeit auf ihre naturwissenschaftliche Basis zurückzuführen, und zu lehren, auf welche Weise diese letzteren zum Vortheil der sittlichen Menschheit zu verwenden und auszubeuten seien.

Durch die Verarbeitung der Rohstoffe, die entweder Naturprodukte oder schon Fabrikate sein können, wird entweder nur deren Form oder deren innere

Körperlichkeit (Substanz, Materie) verändert. Je nachdem nun das Eine oder das Andere geschieht, zerfallen die sämmtlichen Gewerbe, deren Wesen uns die Technologie lehrt, in mechanische und chemische. Man theilt deshalb auch die Technologie ein in mechanische und chemische Technologie.

Die mechanische Technologie umfasst diejenigen Gewerbe, durch welche der Rohstoff nur seiner Gestalt nach verändert wird, seiner Natur und Substanz nach aber derselbe bleibt; sie betrachtet z. B. die Verarbeitung des Holzes, die Umwandelung des Eisens in Schienen, in Blech und Draht, die des Silbers in Geschirre und Münzen, die der Kupferlegirungen und des Stahles zu Kanonen und zu Glocken, die der Gespinnstfasern (Flachs, Baumwolle, Seide, Wolle) zu Gespinnsten und Geweben, der Lumpen zu Papier, des Hornes zu Kämmen etc.

Die chemische Technologie dagegen hat es mit jenen Gewerben zu thun, durch welche der Rohstoff seiner Natur nach verändert wird, wie es der Fall ist bei der Umwandelung des Bleies in Bleiweiss und Bleizucker; des Kupfers in Grünspan und Vitriol; des Torfes und der Braunkohle in Paraffin, Solaröl und Photogen; des Oeles und Fettes in Seife und Stearinkerzen; des Stärkemehls und der Holzfaser in Zucker und Weingeist; des Weingeistes in Essig; der Verarbeitung der Gerste und des Hopfens zu Bier; der Ausscheidung des Eisens aus seinen Erzen; der Ueberführung des Roheisens in geschmeidiges Eisen, die des letzteren in Stahl; der Gewinnung des Leuchtgases aus dem Holze und den Steinkohlen u. s. w. In den meisten Fällen ist die Bearbeitung des Rohstoffes mechanisch und chemisch zugleich wie z. B. in der Glasfabrikation, wobei man Sand mit Potasche, Glaubersalz oder Soda und Kalkstein zur Glasmasse zusammenschmilzt und die Masse zu Gefässen und Platten verarbeitet; ferner in der Rübenzuckerfabrikation, bei welcher zwar der Rohstoff, der Zucker, seiner Natur nach völlig unverändert bleibt, auch die Gewinnung des Saftes etc. eine rein mechanische Operation ist; die Läuterungsmethoden sind aber sämmtlich chemische Processe. Aehnliches gilt von der Stärkemehlfabrikation und der Gerberei, zum grossen Theile auch von den Operationen der Färberei.

Eine strenge Sichtung beider Theile der Technologie ist nicht möglich, daher definiren wir chemische Technologie als die Lehre von denjenigen Gewerben, durch deren Betrieb vorzugsweise die Natur des Rohstoffes verändert wird.

I. Die chemische Metallurgie.

Allgemeines.

Begriff des Wortes Metallurgie. Die **Metallurgie** im engeren Sinne des Wortes umfasst die Lehre von den theils mechanischen, theils chemischen Processen, durch welche die Metalle und gewisse Verbindungen derselben im Grossen (in **Hüttenwerken**) dargestellt werden. Wir haben es ausschliesslich mit den chemischen Hüttenprocessen zu thun, indem wir die Veränderungen verfolgen, welche das Erz unter der Hand des Hüttenmannes erfährt, bis dahin, wo das Metall oder ein anderes Hüttenprodukt daraus hervorgeht.

Die Metalle, mit deren Ausbringung sich die Metallurgie beschäftigt, sind nicht sehr zahlreich; die wichtigsten derselben sind: 1) Eisen, 2) Kobalt, 3) Nickel, 4) Kupfer, 5) Blei, 6) Chrom, 7) Zinn, 8) Wismut, 9) Zink, 10) Antimon, 11) Arsenik, 12) Quecksilber, 13) Platin, 14) Silber, 15) Gold. Mit Ausnahme des Chroms und des Kobalts (welches letztere indessen auch in neuerer Zeit auf metallurgischem Wege im Grossen gewonnen worden ist) werden sämmtliche Metalle in den Hüttenwerken fast nur metallisch dargestellt. Von dem Nickel, Antimon und Arsenik stellt man ausserdem Verbindungen dar. An die genannten Metalle schliesst sich an 16) das Aluminium.

Die **Metallurgie** führt als Theil der Technologie die Hüttenprocesse, nach denen die Ausbringung der Metalle erfolgt, auf physikalische und chemische Principien zurück. Die metallurgische *Hüttenkunde* macht es sich dagegen zur Aufgabe, die auf genannten Grundsätzen ruhenden Operationen näher zu beschreiben.

Nur wenige Metalle finden sich gediegen, die meisten kommen in chemischen Erze. Verbindungen im Mineralreiche, in den **Erzen** vor, worunter man gewöhnlich ein Gemenge einer oder mehrerer jener natürlichen Verbindungen mit dem begleitenden Gestein oder überhaupt alle Mineralien versteht, welche durch ihren Metallgehalt die Aufmerksamkeit des Berg- und Hüttenmannes auf sich zu lenken geeignet sind. Die Erze sind das Material, das von dem Hüttenmann zugute gemacht wird. Diejenigen Stoffe, mit denen das Metall am häufigsten in den Erzen verbunden vorkommt, sind der Sauerstoff und der Schwefel.

In den Erzen kommen die Metalle in folgenden Zuständen vor:

1) Gediegen, z. B. Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer und Wismut;

2) Mit Schwefel, Antimon oder Arsenik verbunden, und zwar

a) als einfache Erze, z. B. Zinnober Hg S, Bleiglanz Pb S, Speisskobalt Co As_2;

b) als Doppelerze, z. B. Buntkupfererz Fe_2 S_3, 3 Cu_2 S, Kupferkies Fe_2 S_3, Cu_2 S, Rothgiltigerz Sb S_3, 3 Ag S;

3) Mit Sauerstoff verbunden, als

a) basische Oxyde, z. B. Eisenglanz Fe_2 O_3, Zinnstein Sn O_2, Rothkupfererz Cu_2 O;

b) Oxydhydrate, z. B. Brauneisenstein 2 Fe_2 O_3, 3 HO;

c) Sauerstoffsalze, z. B. Kupferlasur 3 CuO, 2 CO_2 + HO;

4) Mit Schwefel und Sauerstoff verbunden, z. B. Rothspiessglanzerz 2 Sb S_3 + Sb O_3;

5) Mit Salzbildern verbunden, z. B. Hornsilber Ag Cl;

6) In Verbindung mit Salzbildern und Sauerstoff, z. B. Bleihornerz PbO, CO_2 + Pb Cl, Atakamit 3 CuO, HO, Cu Cl.

Aufbereitung. Die Erze sind theils mit Erzen anderer Metalle vermengt, theils durch die Gebirgsart verunreinigt, in welcher die Lagerstätte des Erzes sich befindet. Daher bedürfen die Erze meist einer Zertheilung und Scheidung von den fremden Erzen und den beigemengten erdigen Massen (Gangart, taubes Gestein). Die dies bezweckende Arbeit heisst die Aufbereitung. Schon an der Grube beginnt die Scheidung, indem man alles taube Gestein bei Seite wirft. Man sortirt die Erze gewöhnlich in drei Haufen; der erste Haufen (Stuferze) ist so reichhaltig, dass er direct in der Hütte verschmolzen werden kann; der zweite Haufen enthält ärmeres Erz (Mittelerz), welches, ehe es zugutegemacht werden kann, aufbereitet werden muss; der dritte Haufen besteht zum grössten Theile aus Gangart, so dass die geringe Quantität des darin enthaltenen Erzes die Ausbringungskosten nicht deckt. Die Aufbereitung der Erze geschieht entweder nur durch Menschenhände (trockene Aufbereitung), oder durch Maschinenkraft (künstliche oder nasse Aufbereitung). Der letzteren geht die erstere stets voran; die nasse Aufbereitung soll nur vollenden, was durch die Aufbereitung auf trocknem Wege nicht mehr ausgeführt werden konnte.

Vorbereitung. Durch die Operation der Aufbereitung erlangen die Erze jene Reichhaltigkeit, welche zu der Verarbeitung derselben in den Hütten erforderlich ist. Ehe man den Schmelzprocess einleitet, ist in vielen Fällen eine Vorbereitung der Erze nothwendig, die entweder im Verwittern und Abliegen der Erze an der Luft besteht, oder in einer Erhitzung ohne Luftzutritt, dem Brennen, oder mit Luftzutritt, dem Rösten. Durch das Verwittern und Abliegen an der Luft bezweckt man eine mechanische Absonderung des Lettens und Schieferthones von den Erznieren, wie es hauptsächlich bei den Eisenerzen und bei dem Galmei vorkommt, auch zuweilen eine Oxydation der Eisenerze und des beigemengten Schwefelkieses zu Eisenvitriol, der dann durch den Regen fortgewaschen wird. Das Brennen, Calciniren oder Mürbebrennen soll gewisse Erze, wie Eisensteine, Galmei, Kupferschiefer etc., auflockern dadurch, dass flüchtige Stoffe, wie Wasser, Kohlensäure, bituminöse Substanzen, ausgetrieben werden, oder allein durch die ausdehnende Kraft der Wärme. Durch das Rösten bewirkt man eine ähnliche, aber durchgreifendere Wirkung; man erhitzt dabei die Erze bis zu einer Temperatur, bei welcher noch keine Schmelzung stattfindet, wohl aber chemische Einwirkung der Luft und Wärme, zuweilen auch fester Zuschläge wie Kochsalz auf das zu röstende Erz stattfinden kann.

Man will durch das Rösten immer eine Oxydation, theils mit, theils ohne Verflüchtigung bezwecken. Letzterer Fall findet z. B. statt beim Rösten des Magneteisensteines (Fe_2 O_3, FeO), dessen Oxydul allmählich in Oxyd übergeht. Bei einer Oxydation mit Verflüchtigung kann dreierlei stattfinden, nämlich:

1) eine Verflüchtigung gewisser Bestandtheile durch Oxydation; dieser Röstmethode werden gewöhnlich Schwefel-, Arsen- und Antimonverbindungen unterworfen, wobei schweflige Säure, arsenige Säure und Antimonoxyd sich verflüchtigen, während entweder Metall hervortritt, wie beim Rösten von Zinnober, oder sich die Metalle in Oxyde oder in schwefelsaure Salze umwandeln. Die verflüchtigten Substanzen lassen sich zum Theil auffangen und nutzbar machen, so die schweflige Säure zur Darstellung von englischer Schwefelsäure, die arsenige Säure etc.;

2) eine Verflüchtigung gewisser Bestandtheile durch Reduction; sie kommt seltener und hauptsächlich bei schwefelsauren und arseniksauren Metalloxyden durch Erhitzen derselben mit Kalk vor, wobei der Schwefel als schweflige Säure, das Arsenik als solches entweicht;

3) eine Verflüchtigung durch Ueberführung in Chlormetalle, wenn bei der Röstung des Erzes mit Kochsalz bei Zutritt der Luft sich zum Theil flüchtige Chlorverbindungen erzeugen, wie es bei der Silbergewinnung durch Amalgamation und nach der Methode von Augustin der Fall ist.

Zugutemachen. Auf die Vorbereitung folgt das Zugutemachen der Erze, wobei in der Regel der Schmelzprocess Anwendung findet, durch welchen man die Ausbringung des Metalles oder einer Verbindung desselben beabsichtigt. Diejenigen chemischen Operationen im Grossen, welche mit der Ausbringung eines Metalles oder einer Verbindung desselben endigen, nennt man Hüttenprocesse.

Nur selten macht man einzelne Erzsorten für sich allein zugute, in den meisten Fällen mischt man ärmere und reichere Erze derselben Art, um die Erzmasse auf einen gewissen mittleren Gehalt zu bringen. Diese Mengungsarbeit nennt man das Gattiren (Maschen, Mischen, Möllern). Man bezweckt dabei auch die verschiedenen Gangarten, welche die Erze begleiten, in der Weise zu mengen, dass sie beim darauf folgenden Schmelzen zur Bildung einer Schlacke von erforderlicher Beschaffenheit beitragen. Wo durch das Gattiren der Erze eine solche Beschaffenheit nicht herzustellen ist, setzt man gewisse Substanzen hinzu, die man je nach ihrer Wirkung Zuschläge oder Flüsse nennt. Zuschläge veranlassen die Abscheidung eines nutzbaren Bestandtheils aus einem Erze oder aus einem Hüttenprodukte und dienen zu dessen Ansammlung. Die Zuschläge sind Röstzuschläge wie Kohle, gebrannter Kalk, Kochsalz, Schmelzzuschläge wie Quarz und gewisse Silicate (Hornblende, Feldspath, Augit, Grünstein, Chlorit, Schlacken), Kalkmineralien wie Kalkstein, Flussspath, Gyps, Schwerspath, Thonmineralien wie Thonschiefer, Lehm u. s. w., salzige Zuschläge wie Potasche, Borax, Glaubersalz, Salpeter, metallische Zuschläge wie Eisen (bei der Zerlegung von Zinnober und Bleiglanz), Zink (zur Extraction des Silbers aus Werkblei), Arsenik (zur Anreicherung des Nickel- und Kobaltgehaltes in Speisen), Eisenhammerschlag, Rotheisenstein und Braunstein (beim Frischen des Roheisens); salzige Zuschläge, zu welchen vorzüglich die eisenoxydulreichen Frischschlacken gehören, welche entweder durch ihren Sauerstoffgehalt (beim Eisenfrischen) oder durch ihren Eisengehalt als Niederschlagsmittel (zum Niederschlagen des Bleies aus dem Bleiglanz) wirken.

Die Flüsse befördern nur die Abscheidung des Metalles, indem das Erz leicht flüssiger gemacht wird und die ausgebrachten Metalltheilchen sich leichter vereinigen können. Man kann die Flüsse in drei Abtheilungen bringen, nämlich 1) in solche, die auf das Schmelzgemenge nicht wesentlich chemisch einwirken, sondern nur Leichtflüssigkeit und Verdünnung bewirken; hierher gehören Flussspath, Borax, Kochsalz, verschiedene Schlackensorten, 2) in solche, welche ausserdem auch reducirend wirken, wie ein Gemenge von Weinstein und Salpeter (schwarzer Fluss), 3) in diejenigen, deren Wirkung endlich auch noch in einer absorbirenden, entweder von Säuren oder von Basen besteht; letztere Abtheilung schliesst sich an die Zuschläge an.

Beschicken. Das Vermengen der Erze mit Zuschlägen und Flüssen wird das Beschicken (Auflaufen) genannt.

Hüttenprodukte. Durch die Hüttenprocesse werden die Hüttenprodukte erzeugt, welche sind 1) durch den Schmelzprocess fallende Metalle — Edukte. Der relative Grad ihrer Reinheit wird bei edlen Metallen mit fein (Feinsilber, Feingold), bei unedlen Metallen mit gar oder roh (Garkupfer, Roheisen) bezeichnet. Ein höherer Grad von Reinheit wird durch das Wort raffinirt ausgedrückt. 2) Solche Hüttenprodukte, welche in den Erzen nicht fertig gebildet enthalten sind, sondern erst während des Zugutemachens in der Weise sich bilden, dass mehrere Bestandtheile der Erze und der Beschickung sich vereinigen, nennt man Hüttenfabrikate; sie sind meist schon Handelswaare; es gehört hierher das antimon- und arsenikhaltige Hartblei, der Stahl, die arsenige Säure, Operment und Realgar, das Schwefelantimon etc. Bei der Erzeugung der Edukte bilden sich vielfache Nebenprodukte, die, wenn sie noch so viel von dem auszubringenden Metalle enthalten, dass die weitere Verarbeitung möglich wird, 3) Zwischenprodukte, im entgegengesetzten Falle, in welchem sie als nicht schmelzwürdig aus der Hütte entfernt werden, 4) Abfälle heissen. Die Zwischenprodukte sind Legirungen (Tellersilber aus Silber, Kupfer und Blei bestehend; Werkblei, Blei mit etwas Silber und Kupfer; Schwarzkupfer, Kupfer mit Eisen, Blei etc.), Schwefelmetalle (Steine, Leche), Arsenikmetalle (Speisen, so z. B. die Kobaltspeise der Blaufarbenwerke), Kohlenmetalle (z. B. Roheisen und Stahl), Oxyde (z. B. Bleiglätte).

Schlacken. Die hauptsächlichsten Hüttenabfälle sind die Schlacken, jene bei den meisten Schmelzprocessen erfolgenden glas- oder emailähnlichen Massen, deren wichtigste die Silicatschlacken, d. h. Verbindungen der Kieselsäure mit Erden und Metalloxyden sind. Ihre Beschaffenheit ist von ihrem Gehalte an Kieselsäure abhängig; in Bezug darauf theilt man sie in Sub-, Singulo-, Bi- und Trisilicate, welche folgende chemische Formeln haben:

Subsilicat	SiO_3, 6 RO	oder	SiO_3, 2 R_2 O_3.
Singulosilicat	SiO_3, 3 RO	„	SiO_3, R_2 O_3.
Bisilicat	2 SiO_3, 3 RO	„	2 SiO_3, R_2 O_3.
Trisilicat	SiO_3, RO	„	3 SiO_3, R_2 O_3.

Die Schlacken sind entweder glasig oder krystallinisch. Aus den krystallinischen Schlacken scheiden sich oft krystallinische Partien von Silicaten aus, welche völlig mit gewissen Mineralien übereinstimmen, so z. B. Augit, Wollastonit, Glimmer, Idokras, Chrysolith, Feldspath u. s. w. Die Gemenge der Singulosilicate geben im Allgemeinen dünnflüssige (frische oder basische), schnell erstarrende Schlacken, die Bi- und Trisilicate dagegen zähflüssige (saigere oder saure) und nur langsam fest werdende.

Das Eisen.

(Fe = 28)

Das Eisen. Vorkommen desselben. Das Eisen ist das wichtigste und nützlichste aller Metalle, da sein Gebrauch mit allen Zweigen der Technik und fast allen Bedürfnissen des Lebens auf das Innigste verwebt ist. Die ausserordentliche Anwendung verdankt das Eisen hauptsächlich der Leichtigkeit, mit der es in Folge eigenthümlicher Modificationen bei seiner Darstellung und Verarbeitung, unter gänzlich verändertem Charakter, mit neuen und immer nutzbaren Eigenschaften auftritt.

Nur selten kommt es gediegen in den Meteorsteinen vor, meist findet es sich oxydirt oder mit Schwefel verbunden, oder auch in Gestalt kohlensauer oder kieselsaurer Salze in der Natur. Nur die Sauerstoffverbindungen können zur Darstellung des Eisens im Grossen angewendet werden.

Die wichtigsten Eisenerze sind folgende:

1) Der Magneteisenstein ($Fe_2O_3 + FeO = Fe_3O_4$) ist das reichste Eisenerz (es enthält gegen 72 pCt. Eisen), und findet sich allgemein verbreitet, besonders aber in Schweden, vor. Aus diesem Eisenerz stellt man das berühmte schwedische Eisen z. B das von Dannemora dar. Nicht selten wird es von Schwefelkies, Bleiglanz, Kupferkies, Apatit u. a. Mineralien begleitet, wodurch seine Brauchbarkeit als Eisenerz beeinträchtigt wird.

2) Der Rotheisenstein oder der Eisenglanz (Fe_2O_3) enthält 69 pCt. Eisen. Der Rotheisenstein findet sich in Gängen und Lagern im älteren Gebirge, so wie eingesprengt in Gneuss, Granit u. s. w.; er kommt ferner im Uebergangsgebirge vor und heisst nach seinen physikalischen Eigenschaften Glaskopf (Blutstein), Eisenrahm, Eisenocker. Mit Kieselerde gemengt heisst der Rotheisenstein Kieseleisenstein, mit Thon gemengt Thoneisenstein. Der Eisenglanz ist krystallisirtes Eisenoxyd, dessen bedeutendste Lagerstätte sich auf der Insel Elba findet. Der Rotheisenstein dient in seinen Varietäten als hauptsächlichstes Material der Eisengewinnung bei Altenberg und Freiberg in Sachsen, auf dem Harz, im Herzogthum Nassau.

3) Der Spatheisenstein (Eisenspath, Stahlstein) (FeO, CO_2) (mit 48,3 pCt. Eisen) ist der Hauptbestandtheil der metallführenden Formation; er enthält fast immer grössere oder geringere Mengen von kohlensaurem Manganoxydul. Das kugelige, nierenförmige kohlensaure Eisenoxydul heisst Sphärosiderit. Ausserdem führt er in seinen verschiedenen Zuständen die Namen Kohleeisenstein und Flinz. Man wendet dieses Erz in Sachsen häufig zur Eisengewinnung an. In Steiermark und in Siegen dient es zur Fabrikation des Rohstahls.

4) Aus dem Spatheisenstein entsteht durch die Einwirkung von Luft und von kohlensäurehaltigem Wasser als secundäres Produkt der Brauneisenstein ($Fe_2O_3 + HO$), welcher je nach seinen physikalischen Eigenschaften die Namen Lepidokrokit, Nadeleisenerz, Rubinglimmer (Pyrosiderit) und Stilpnosiderit führt. Dieses Eisenerz enthält häufig kohlensaure Kalkerde, Kieselsäure, Thon u. s. w.

5) Bohnerz, kuglige Körner meist mit concentrisch schaliger Absonderung, ein häufig im südwestlichen Deutschland und in Frankreich angewendetes Eisenerz, dessen Entstehungsweise nicht bekannt ist. Es besteht entweder aus Kieselsäure, Eisenoxydul und Wasser ($3\ FeO + SiO_3$) oder aus Brauneisenstein und Kieselthon.

6) Der Raseneisenstein (Wiesenerz, Morasterz, Sumpferz, Seeerz) findet sich im Norden Deutschlands, in Schweden in Torfmooren und unter dem Rasen der Wiesen. Er entsteht durch die Einwirkung von kohlensäurehaltigem, Eisenoxydul enthaltendem Wasser auf Vegetabilien. Er kommt in knolligen oder schlammartigen Massen von brauner oder schwarzer Farbe vor und besteht aus Eisenoxydhydrat, Manganoxyd, Phosphorsäure, organischen Bestandtheilen und Sand. Nach Hermann besteht er aus Fe_2O_3, $3\ HO + Mn_2O_3$, $HO + Fe_2O_3$, $PO_5 + 6\ HO$ und $3\ Fe_2O_3$, $Apcr + 6\ HO$ (dreibasisch quellsatzsaurem Eisenoxyd). Das daraus gewonnene Eisen wird theils zum Guss benutzt, wozu es sich wegen seiner Dünnflüssigkeit und weil es die Formen gut ausfüllt, besonders eignet, theils aber auch in Stabeisen verwandelt, welches jedoch des Phosphorgehaltes wegen brüchig ist.

7) Der Franklinit (Fe_2O_3, ZnO) wird neuerlich in Nordamerika (New-

Jersey) ebenfalls als Eisenerz verwendet, zugleich wird aber auch Zink daraus gewonnen.

In metallurgischer Hinsicht theilt man die Eisenerze in leicht und schwer reducirbare (leicht- und schwerschmelzbare). Zu den ersteren gehören diejenigen welche bei der vorbereitenden Röstung eine poröse Beschaffenheit annehmen, die es den reducirenden Hohofengasen ermöglicht, schnell zu reduciren und zu schmelzen; dies ist der Fall bei dem Eisenspath, welcher Kohlensäure, und dem Brauneisenstein, welcher beim Rösten Wasser verliert. Schwer reducirbare Eisenerze sind Eisenglanz, Rotheisenstein und Magneteisenstein.

Ausbringen des Eisens. Das Ausbringen des Eisens aus den Erzen gründet sich vorzugsweise auf folgende zwei Eigenschaften:

1) Theilchen von reinem oder fast reinem Eisen, im Hohofen so gut als unschmelzbar, kleben bei starker Rothglühhitze zu grösseren Massen zusammen (Schweissbarkeit des Eisens);

2) bei hoher Temperatur bildet das Eisen mit Kohlenstoff eine leicht schmelzbare Verbindung (Kohleeisen, Roheisen, Gusseisen).

In früheren Zeiten, und jetzt nur noch spärlich in einigen Gegenden, war die directe Darstellung des Eisens (Stabeisen) aus den Erzen durch die sogenannte Rennarbeit oder Luppenfrischerei sehr üblich; die Rennarbeit lieferte zwar ein vorzüglich reines und zähes Stabeisen, gestattete jedoch nur eine geringe Ausdehnung der Fabrikation und eine sehr unvollkommene Benutzung der Erze. Gegenwärtig gewinnt man das Eisen, indem man zuerst Roheisen darstellt und dieses dann durch den Puddlings- oder Frischprocess entkohlt.

Das Ausbringen des Eisens zerfällt in das Rösten und in das Zugutemachen. Das Rösten der Eisenerze hat zum Zweck, gewisse Substanzen, wie das Wasser und die Kohlensäure zu entfernen und die Masse mürber und poröser und so zur Reduction geschickter zu machen. Die gerösteten Eisenerze werden darauf zerkleinert und reichere Erze mit ärmeren in dem Verhältniss gemischt, welches nach der Erfahrung die grösste Ausbeute giebt. Die gemengten Erze, welche aus einer Sauerstoffverbindung des Eisens und Ganges (Kieselsäure oder Kalk) bestehen, werden mit kalkhaltigen Substanzen gemengt und stark erhitzt zu metallischem Eisen reducirt, denn:

Theorie des Ausbringens.

$$Fe_2O_3 + 3C = 3CO + 2Fe;$$

die Kohle bewirkt mithin bei dem Ausbringen des Eisens als Brennmaterial und als Reductionsmittel. Nähme man aber den Process vor, indem man die zerkleinerten und gerösteten Erze mit Kohle mengte und dem Schmelzprocess unterwürfe, so würde man das Eisen in fein zertheilter Gestalt als schwammige Metallmasse erhalten. Um das fein zertheilte Eisen aber zu einer Masse zu vereinigen, setzt man vor dem Ausschmelzen Körper zu, welche sich mit der Gangart zu einer leichtflüssigen Glasmasse verbinden. Diese Masse heisst die Schlacke und dient also dazu, die in den Erzen enthaltenen fremden und der Qualität des Eisens zum Theil schädlichen Bestandtheile zu entfernen, das Zusammenfliessen der geschmolzenen Metalltheilchen zu bewirken und das bereits gebildete Roheisen vor der oxydirenden Wirkung der Gebläseluft zu schützen. Die Schlacke ist ein Gemeng mehrerer kieselsaurer Salze, das entweder schon mit den Eisenerzen selbst bricht, oder wie schon erwähnt wurde, durch Zusatz während des Schmelzens erst entsteht. Es ist nothwendig, dass die Schlacke bei derselben Temperatur schmilzt, bei welcher das Eisen flüssig wird. Mangelt es an Kieselsäure, so setzt man Quarz, Sand, mangelt es an Basen, so setzt man Kalkstein oder Flussspath hinzu. Das Gemenge von

ärmeren und reicheren Eisenerzen heisst die *Gattirung*, die mit den Zuschlägen und Flüssen, d. h. mit den schlackebildenden Substanzen gemengte Gattirung die *Beschickung*, welche nicht über 50 pCt. Eisen enthalten darf.

Wenn Eisen im breiartigen Zustande mit Kohle zusammenkommt, wie dies bei dem Ausbringen des Eisens der Fall ist, so wird ein grosser Theil der Kohle von dem entstandenen dünnflüssigen Roheisen gelöst; beim Erkalten des Eisens scheidet sich der grösste Theil der Kohle krystallinisch als Hohofengraphit ab, während ein anderer Theil der Kohle mit dem Eisen chemisch verbunden bleibt. Durch das Ausschmelzen lässt sich demnach kein reines, sondern nur kohlehaltiges Eisen (Roheisen, Gusseisen) gewinnen.

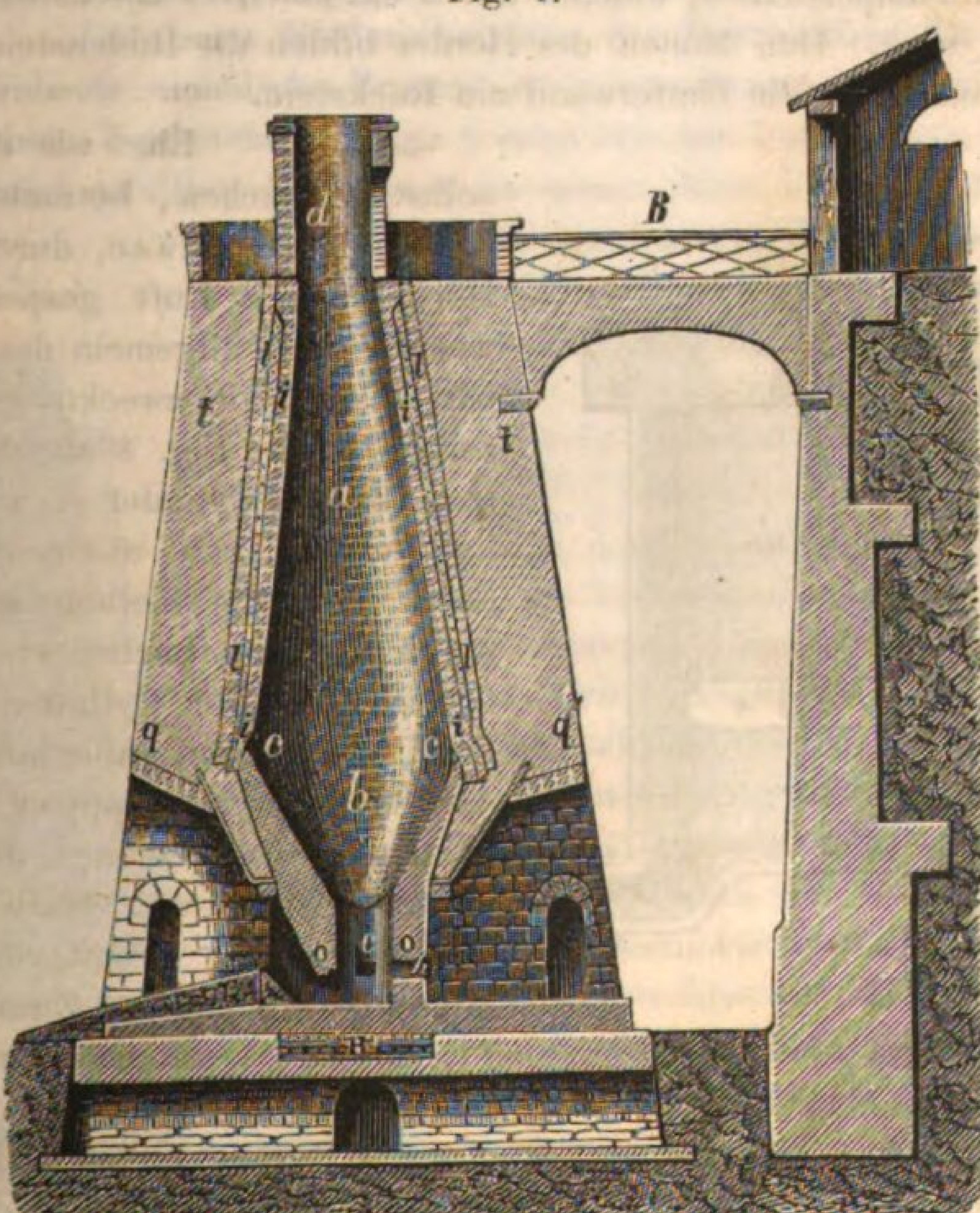
Hochofenprocess. Jetzt führt man den Schmelzprocess allgemein in *Hohöfen* (Hochöfen), zuweilen auch noch in *Blauöfen* aus. Der ganze Process der Eisengewinnung zerfällt:

I. In die Abscheidung des Eisens aus den Eisenerzen durch den *Hochofenprocess*;

II. In die Umwandelung des so erhaltenen *Roheisens* in *Stabeisen* durch den *Frisch-* oder *Puddelprocess*.

Beschreibung des Hochofens. Ein *Hochofen* ist ein mit starkem Gemäuer (Rauchmauer *t*) umgebener Schachtofen von 20 — 50 Fuss Höhe, dessen innerer Theil der *Kernschacht* oder die *Seele* die Gestalt zweier, mit den Grundflächen aneinander gefügter, abgestutzter Kegel hat. Die Mauer des eigentlichen Kernschachtes *i i* umgiebt eine zweite *L*, welche den Rauchschacht bildet, an welche sich das Mauerwerk des Ofens, die Rauhmauer *t* anschliesst. Zwischen Kern- und Rauchschacht findet sich

Fig. 1.



ein Raum für die Füllung ausgespart, welcher mit schlechten Wärmeleitern angefüllt ist und zugleich der Ausdehnung des Kernschachtes durch die Wärme den nöthigen Spielraum gestattet. Der Theil des Kernschachtes *a* heisst der Schacht, *b* die Rast. Der Theil *c*, wo der Kernschacht den grössten Durchmesser hat, wird Kohlensack oder Bauch genannt. Unterhalb der Rast zieht sich der Raum zu dem Gestell *f* zusammen, dessen unterer Theil (der Eisenkasten) das geschmolzene Roheisen aufnimmt (siehe vorstehende Fig. 1). In dem Gestell, der wichtigste Theil des Hochofens, insofern in demselben der Schmelzprocess vor sich geht, befinden sich, einander gegenüber liegend, zwei Oeffnungen mit eingesetzten, halbcylinderischen Röhren (Formen) *h* (Fig. 2), in welche die Mundstücke (Düsen, Deusen, Deupen) der Windleitungsröhren, welche den Hochofen mit Luft versehen, eintreten. Die obere Oeffnung des Schachtes *d* heisst die Gicht, durch dieselbe wird die Beschickung und Brennmaterial in den Hochofen gebracht. Letzterer ist entweder an einem Abhange gebaut, so dass man auf einem Wege zur Gicht gelangen kann, oder es führt zu demselben die Gichtbrücke *B*. Der untere Theil des Gestelles ist nach der Vorderseite hin verlängert und bildet den Vorherd, welcher durch den Wallstein *e* begrenzt ist. Auf der einen Seite steht der Wallstein von der Wand ab und bildet eine Spalte, die sogenannte Abstichöffnung, welche während des Schmelzens mit Thon verstopft ist, darauf aber zum Ablassen des geschmolzenen Eisens und der Schlacke dient Der Wallstein ist zum Schutze mit einer Eisenplatte bedeckt. Die Brustwand reicht nicht bis auf den Boden des Herdes, sondern endigt in einer bestimmten Höhe über demselben mit einem Gewölbe oder Stein, dem Tümpelstein *o*, welcher durch ein massives Eisenstück, das Tümpeleisen, getragen wird. Den Boden des Herdes bilden die Bodensteine, die Seitenwände die Backensteine, die Hinterwand ein Rückstein.

Fig. 2.

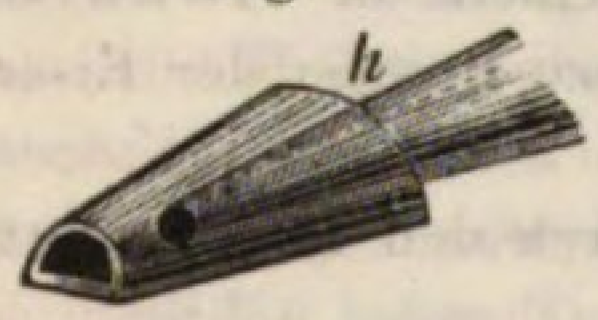
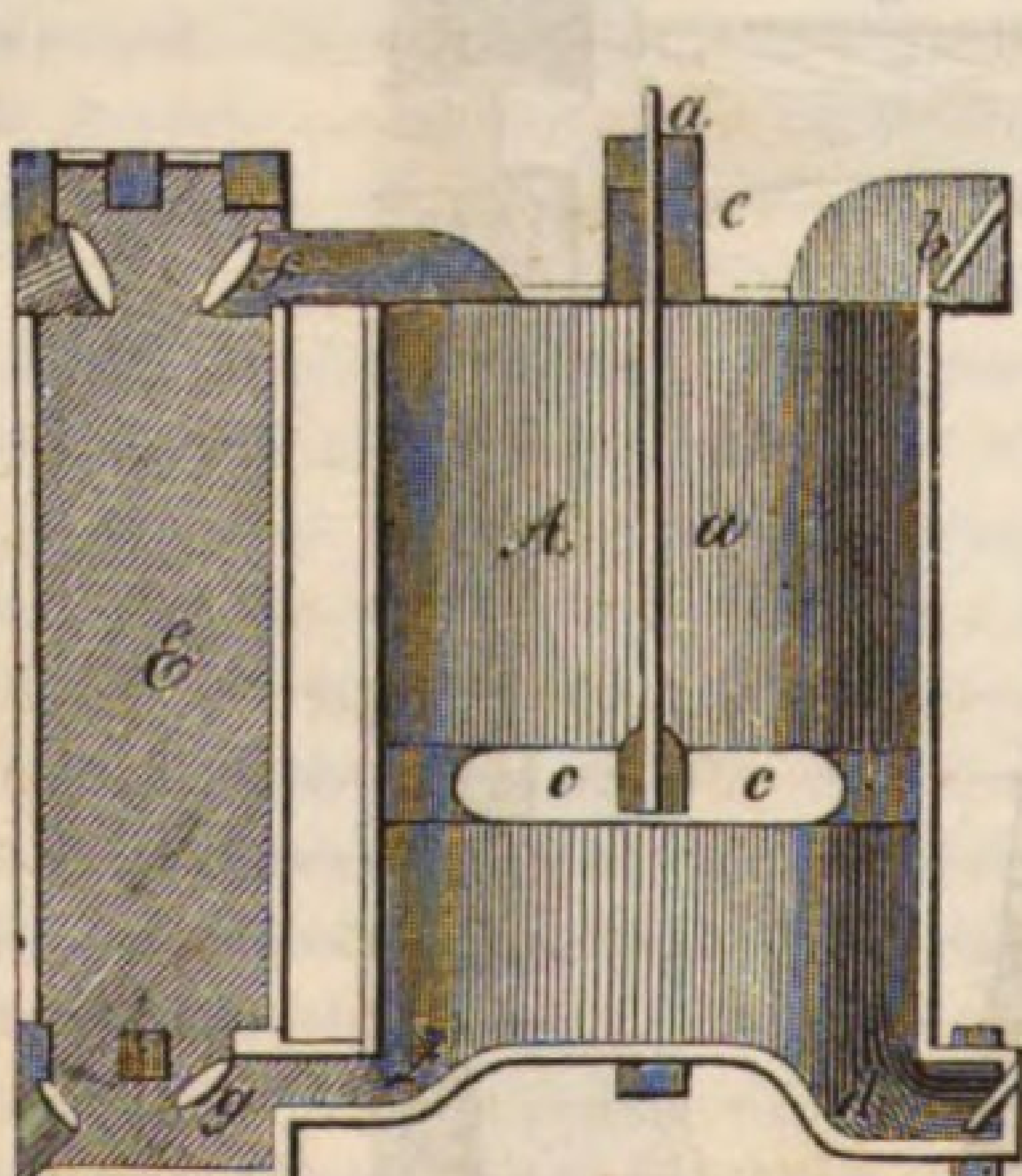


Fig. 3.



Gebläse. Ehe wir die Schmelzüng selbst besprechen, betrachten wir in der Kürze das Gebläse, durch welches der Hochofen mit Luft gespeist wird. Man wendet jetzt allgemein das Cylindergebläse an. Die zweckmässigste Art desselben ist die Fig. 3 abgebildete. In dem gusseisernen Cylinder *A*, in dem der Kolben *c c* auf und nieder bewegt werden kann, geht die Kolbenstange *a* luftdicht durch die Stopfbüchse *e*; durch *b* und *d* communicirt der Cylinder mit der freien Luft, durch *f* und *g* aber mit dem Kasten *E*; darin angebrachte Klappen bewirken durch Schliessen und Oeffnen die Füllung des Kastens *E* mit Luft. Durch ein bei *i* angebrachtes Rohr strömt sie in den Feuerraum des Hochofens. Zum Reguliren des Gebläses benutzt man einen grossen, aus Eisenblech luftdicht zusammengenieteten Ballon, in welchen man die Luft aus dem Kasten *E* treten lässt. Das Princip desselben ist dem des Gasometers in Leuchtgasfabriken gleich. Die Anwendung von erhitzter Gebläseluft ist eine der wichtigsten Verbesserungen, da sie den Auf-

wand von Brennmaterial im hohen Grade vermindert und die Benutzung von Steinkohlen gestattet, trotzdem haben sich die meisten Eisenhütten genöthigt gesehen, zur kalten Gebläseluft zurückzukehren, weil die Anwendung der heissen Gebläseluft zu Störungen im regelmässigen Gange des Hochofens Veranlassung giebt, ausserdem auch die übermässig hohe Hitze im Gestell die feuerfestesten Steine zu sehr angreift und daher die Campagne zu sehr abkürzt.

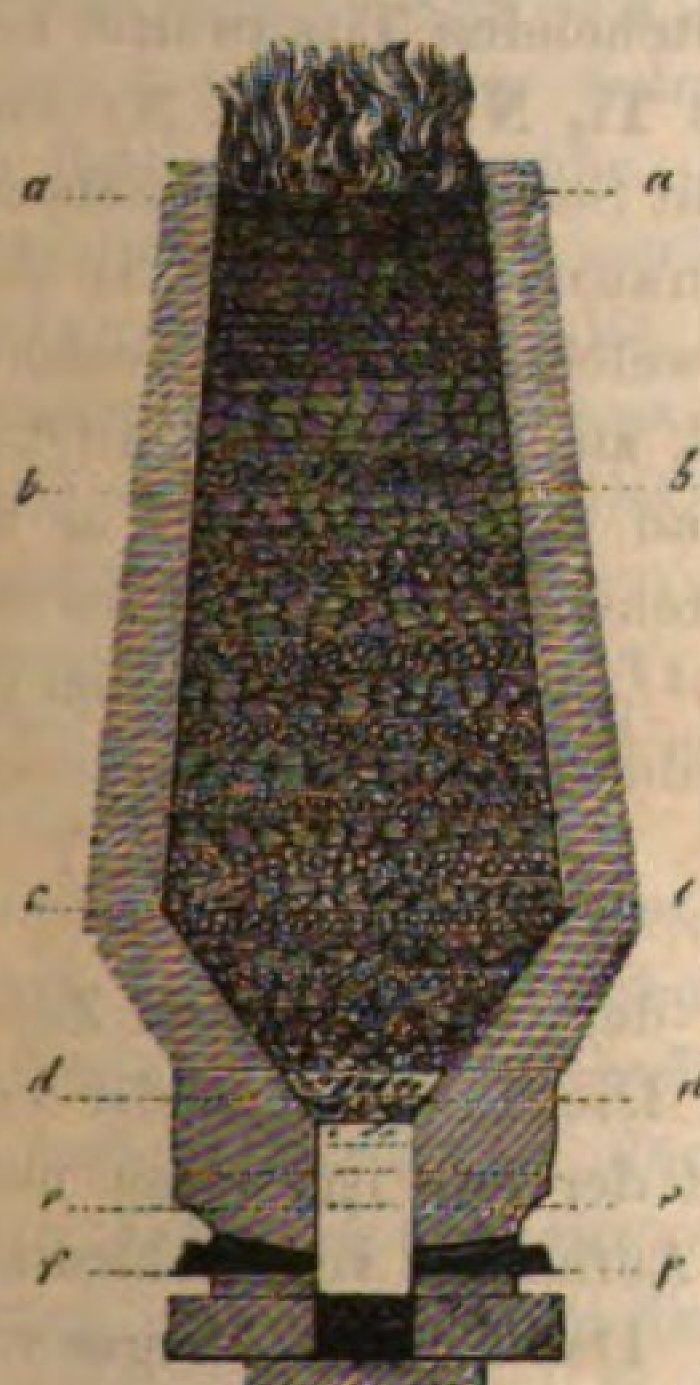
Gang der Schmelzung

Das Ausschmelzen geschieht auf folgende Weise. Man heizt zuerst den Ofen an, indem man auf dessen Boden Holz anzündet und bringt darauf das Brennmaterial (in Deutschland früher meist Holzkohlen, gegenwärtig wie in England Koks), bis endlich der ganze Schacht mit glühenden Kohlen angefüllt ist. Zu gleicher Zeit setzt man die Gebläse in Thätigkeit und trägt schichtenweise das Brennmaterial und die beschickten Erze ein. In dem Maase, als die Kohlen verbrennen und Erze und Zuschlag schmelzen, sinken die Schichten allmälig nieder. Die Kieselerde schmilzt mit den vorhandenen Erden und Oxyden zu Schlacke zusammen, die durch Eisenoxydgehalt gewöhnlich gefärbt erscheint, während das schon früher reducirte halbflüssige Eisen sich mit dem Kohlenstoff zu leichtflüssigem Roheisen oder Gusseisen vereinigt. Das geschmolzene Eisen sammelt sich am Boden des Gestelles an; auf dem Eisen schwimmen die geschmolzenen Schlacken, die man über dem Wallstein abfliessen lässt. Das flüssige Eisen, das fast die Höhe des Wallsteins erreicht hat, wird durch das Einstossen der Verstopfung der Abstichöffnung über Rinnen alle zwölf Stunden abgestochen, wobei es durch einen schon vorher im Sande vor dem Ofen gemachten Ablassgraben nach den Formen geleitet wird. Während des Abstechens sind die Gebläse in Ruhe. Roheisen in Mulden nennt man Flossen, in Barren Gänze. Das Schmelzen (die Campagne oder Hüttenreise) dauert gewöhnlich so lange, als der Ofen aushält, oft mehrere Jahre.

Chemischer Process im Innern des Hochofens.

Der beim Niederschmelzen der Beschickung im Hochofen stattfindende chemische Process ist in verschiedener Höhe im Hochofen ein sehr verschiedener. Nachstehende Fig. 4 zeigt uns das Innere eines mit Beschickung und Brennmaterial gefüllten Hochofens im senkrechten Durchschnitte. Die schmaleren Schichten bedeuten die Beschickung, die breiteren das Brennmaterial. Von der Oberfläche der flüssigen Schlacke ff an bis zum Gichtniveau lässt sich das Innere in fünf Regionen oder Zonen eintheilen, nämlich:

Fig. 4.



1) in die Vorwärmzone $a\ b$,
2) die Reductionszone $b\ c$,
3) die Kohlungszone $c\ d$,
4) die Schmelzzone $d\ e$,
5) die Verbrennungszone $e\ f$.

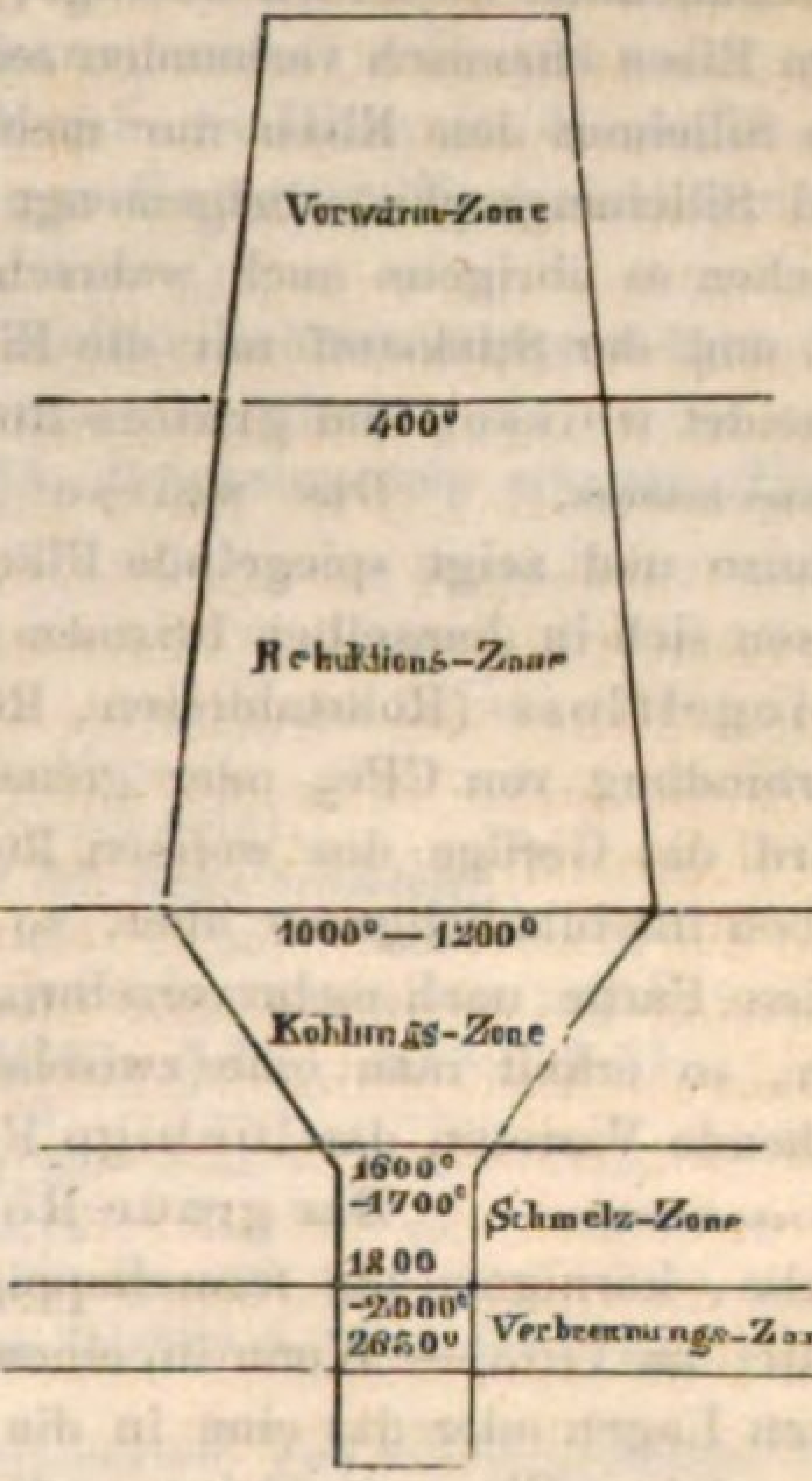
In dem oberen Theile des Schachtraumes, der Vorwärmzone, wird die Beschickung vorgewärmt und vollständig ausgetrocknet. Innerhalb dieser Zone gelangt das Erz kaum zum schwachen Glühen. Die Reductionszone hat die beträchtlichste Ausdehnung; im unteren Theile des Schachtes, besonders in der Gegend des Kohlensackes, wird das Eisenoxyd durch Einwirkung der reducirenden Gase zuerst zu Eisenoxydul-Oxyd und endlich zu metallischem Eisen reducirt. Die in dieser Zone vorhandenen reducirenden Agentien sind: Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Cyanwasserstoffgas oder Cyankaliumdämpfe. An einer Stelle dieser Zone ist das Eisen als hämmerbares

Eisen vorhanden. Noch tiefer im Ofen, in der Kohlungszone findet die Kohlung des Eisens statt, wodurch sich stahlartiges Eisen bildet, das mehr oder weniger zusammengesintert aus dem Kohlungsraum in die Schmelzzone gelangt und sich hier mit Kohlenstoff zu Gusseisen sättigt. In der Verbrennungs- oder Oxydationszone, im Vergleich zu den übrigen Zonen nur von sehr geringem Umfange, trifft die aus den Düsen in den Ofen strömende Luft auf Kohlen, welche sich in stärkster Weissglut befinden und bildet mit denselben Kohlensäure, welche aber, indem sie durch die höher liegenden Schichten Kohle strömt, zu Kohlenoxyd reducirt wird ($CO_2 + C = 2\,CO$); durch die Verbrennung des in dem Brennmaterial enthaltenen Wasserstoffs wird aber auch Wasser gebildet, welches nebst dem durch die Gebläseluft eingeführten Wasserdampfe (welchen man in der neueren Zeit durch vorheriges Leiten der Gebläseluft über englische Schwefelsäure zu entfernen sucht), durch die grosse Hitze des mittleren Theiles in seine Bestandtheile, in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird. Der Sauerstoff bildet mit der Kohle Kohlenoxyd, während der Wasserstoff mit der Kohle Kohlenwasserstoff bildet. Ausserdem tritt der Stickstoff des Brennmaterials (der Koks), so wie ein Theil des Stickstoffs der eingeblasenen atmosphärischen Luft mit der Kohle zusammen und bildet Cyan (-metalle oder -wasserstoff). Die reducirenden Gase treffen die erhitzten Erze und bewirken die Reduction der Metalloxyde, während die Gase (Gichtgase, Hochofengase) durch die Gicht entweichen. Das reducirte Eisen verbindet sich, indem es tiefer sinkt, mit Kohlenstoff zu Roheisen, schmilzt dabei und wird durch die Schlacke vereinigt. Indem das Roheisen durch seine Schwere herabsinkt und die Region des Ofens erreicht, in welcher die Hitze am stärksten ist, wirkt sein Kohlenstoff auf die Thonerde, den Kalk, die Kieselerde u. s. w., deren Metalle sich mit dem Eisen verbinden. Aus neueren Untersuchungen geht hervor, dass die bei dem Hochofenprocess in so grosser Menge sich bildende Cyanwasserstoffsäure, indem sie sich mit den in dem Brennmaterial und den Schlacken enthaltenen Alkalien und Erden zu Cyanmetallen vereinigt, wesentlich bei der Reduction der Eisenerze mitwirkt. Und nicht ganz unwahrscheinlich ist es, dass selbst das Roheisen nicht nur Kohlenstoffeisen, durch Zersetzung von Cyaneisen entstanden, ist, sondern Cyaneisen (vielleicht auch Stickstoffeisen) beigemengt enthält; es sei hierbei an die Entdeckung Wöhler's erinnert, dass die ebenfalls durch den Hochofenprocess entstehenden Titanwürfel kein metallisches Titan, sondern Stickstofftitan-Titancyanür ($3\,Ti_3N + TiC_2N$) sind. Wie bedeutend die Erzeugung von Cyanmetallen bei den mit Steinkohlen betriebenen Hochöfen sein mag, geht aus einer Untersuchung von Bunsen und Playfair über den Process der englischen Roheisenbereitung hervor, nach welcher in einem Hochofen täglich gegen 225 Pfund Cyankalium erzeugt werden. Eck zu Königshütte in Oberschlesien bemerkte auch die Bildung von Cyankalium und Rhodankalium; er berechnete aus dem Kaligehalte des Eisenerzes (Thoneisenstein), des Zuschlages und der Steinkohlen, dass im Ofen zu Königshütte täglich $35\frac{1}{2}$ Pfund Cyankalium gebildet werden können. In der Schmelzzone findet auch Reduction der Thonerde und Kieselerde zu Aluminium und Silicium statt.

Vertheilung der Temperatur in dem Hochofen. Fig. 5 zeigt uns die an den Grenzen der verschiedenen Zonen des Hochofens herrschenden Temperaturen. Die Temperatur der Verbrennungszone würde eine höhere sein, als es in der That der Fall ist, wenn nicht die Umwandelung der Kohlensäure in Kohlenoxyd durch Aufnahme von Kohlenstoff eine bedeutende Temperaturerniedrigung zur Folge hätte. Das Kohlensäuregas verdoppelt nämlich sein Volumen, indem es durch Aufnahme von Kohle in Kohlenoxyd

übergeht; dieses Uebergehen des Kohlenstoffs in den gasförmigen Zustand ist mit Bindung von Wärme verknüpft.

Fig. 5.



Wenn man bedenkt, dass in den Hochöfen unter den günstigsten nahe liegenden Verhältnissen nur 16,55 pCt. Brennmaterial im Ofen zur Realisation gelangen, während 83,45 pCt. aber in der Gicht in der Form brennbarer Gase verloren gehen, so lag es auf der Hand, diese Gichtgase anzuwenden, und dies ist auch mit dem glücklichsten Erfolge zum Schmelzen und Frischen des Eisens, zum Ausschweissen des gefrischten Eisens in Flammenöfen, zum Erwärmen der Gebläseluft, zum Rösten der Eisensteine, zum Darren und Verkohlen des Holzes etc. geschehen. Die Anwendung derselben scheint aber noch keineswegs erschöpft, denn **Bunsen** und **Playfair** fanden, dass die Gase der Steinkohlenhochöfen **Ammoniak** in solcher Menge enthalten, dass dessen Gegenwart besonders in den tieferen Theilen des Ofenschachts schon durch den Geruch zu erkennen ist. Die genannten Chemiker gelangten zur Ueberzeugung, dass die Verwerthung des Ammoniaks auf die einfachste Weise ausgeführt werden könne, indem man die Gase vor ihrer Verwendung als Brennmaterial durch einen mit Salzsäure versehenen Condensationsraum leitet. Wenn man die durch die Verdichtung des Ammoniaks erhaltene Salmiaklösung fortwährend in die Pfanne eines geeigneten Flammenofens fliessen lässt, in welchem man einen kleinen Theil des Gasstromes über der Flüssigkeit verbrennt, so lässt sich der Abdampfungsprocess dergestalt reguliren, dass man den Salmiak in einer fortwährend abfliessenden, concentrirten Lösung als metallurgisches Nebenprodukt erhält. Aus dem Alfreton-Hochofen in England könnte man auf diese Weise täglich 2,44 Centner Salmiak als Nebenprodukt, ohne erhebliche Kostenerhöhung des Betriebes und ohne die mindeste Störung des Processes gewinnen. Was die **Ammoniakbildung** hierbei anlangt, so hängt sie mit der oben erwähnten **Cyanbildung** zusammen. Es ist bekannt, dass z. B. Cyankalium, wenn es mit Wasserdämpfen zusammenkommt, in Ammoniak und ameisensaures Kali zerfällt ($KC_2N + 4\,HO = NH_3 + C_2HKO_4$), ebenso wie umgekehrt aus ameisensaurem Ammoniak, indem man aus demselben allen Sauerstoff in Form von Wasser austreten lässt, Cyanwasserstoffsäure gebildet wird ($C_2H\,(NH_4)\,O_4 - 4\,HO = C_2NH$). Das durch den Hochofenprocess erhaltene Eisen heisst das **Roheisen** oder **Gusseisen**. Dasselbe besteht aus Eisen, Kohlenstoff (als Graphit und in Form von Eisencarburet), Silicium (als Siliciumgraphit und in Form von Siliciumeisen), Schwefel, Phosphor, Arsenik, Aluminium. Von dem Kohlenstoffgehalte ist die Farbe und die Beschaffenheit des Roheisens abhängig. Früher glaubte man, dass die mehr oder weniger dunkle Farbe des Roheisens von einem grösseren oder geringeren Kohlenstoffgehalte abhängig sei, so dass die dunkelste Sorte die grösste Menge und die hellste die geringste Menge Kohlenstoff enthielte. Gegenwärtig ist aber bewiesen, dass nicht die Menge, dass vielmehr die verschiedene Art und Weise,

Gichtgase.

Anwendung derselben zur Darstellung von Salmiak.

Roheisen oder Gusseisen.

wie der Kohlenstoff (und das ihm analoge Silicium) im Roheisen vorkommt, die Beschaffenheit desselben bedingt, dass ein Theil des Kohlenstoffs und Siliciums mit dem Eisen chemisch verbunden sei, während der grösste Theil des Kohlenstoffs und des Siliciums dem Eisen nur mechanisch in Form von Graphit (Kohlenstoffgraphit und Siliciumgraphit) beigemengt ist. Neue Untersuchungen von Frémy u. A. machen es übrigens auch wahrscheinlich, dass das Roheisen öfters stickstoffhaltig sei und der Stickstoff mit die Eigenschaften des Roheisens bedinge. Man unterscheidet weisses und graues Roheisen.

Weisses Roheisen. Das weisse Roheisen ist von silberweisser Farbe, starkem Glanze und zeigt spiegelnde Flächen, das specifische Gewicht = 7,5. Zuweilen lassen sich in demselben Prismen erkennen, man nennt es dann Spiegeleisen oder Spiegelfloss (Rohstahleisen, Rohstahlstoff); diese Eisensorte lässt sich als eine Verbindung von CFe_3 oder genauer $Fe_3C + Fe_4C$ (mit 5,93 pCt. C) betrachten. Wird das Gefüge des weissen Roheisens strahlig-faserig und geht die Farbe desselben ins bläulichgraue über, so heisst die Varietät blumiges Floss. Wenn die weisse Farbe noch mehr verschwindet und die Bruchflächen anfangen zackig zu werden, so erhält man eine zwischen dem weissen und grauen Roheisen in der Mitte stehende Varietät, das luckige Floss.

Graues Roheisen. Das graue Roheisen ist von hellgrauer bis dunkelschwarzgrauer Farbe, körnigem bis feinschuppigem Gefüge. Das spec. Gewicht desselben ist im Mittel = 7,0. — Wenn in einem Stücke beide Roheisensorten, entweder in besonderen Lagen oder das eine in die Masse des andern zerstreut vorkommen, so heisst ein solches Eisen halbirtes Roheisen. Der chemische Unterschied zwischen weissem und grauem Roheisen liegt darin, dass ersteres nur chemisch gebundenen Kohlenstoff (4—5 pCt.), letzteres wenig gebundenen Kohlenstoff (0,5 — 2 pCt.), aber viel mechanisch beigemengten (1,3 — 3,7 pCt.) enthält. In Bezug auf den Schmelzpunkt des Roheisens ist zu erwähnen, dass das weisse Roheisen, das am meisten Kohlenstoff enthält, am leichtesten schmilzt; das graue Roheisen ist viel dünnflüssiger als das weisse. Geschmiedet kann das Roheisen nicht werden, da es in der Glühhitze zwar weich und mürbe wird, dass es mit einer gewöhnlichen Holzsäge leicht geschnitten werden kann, unter dem Hammer aber auseinander fliegt. Wegen der dünnflüssigen Beschaffenheit wird das graue Roheisen vorzüglich zu Gusswaaren angewendet, es füllt die Formen mit grosser Schärfe und Reinheit aus, während weisses Roheisen mit stumpfen Ecken und concaver Oberfläche erstarrt und deshalb nie zum Giessen angewendet werden kann. Das graue Roheisen ist ferner hinlänglich weich, um gefeilt, gehobelt, gebohrt und gedreht werden zu können; das weisse Roheisen ist dagegen so hart, dass es jeder mechanischen Verarbeitung widersteht.

Auf die Beschaffenheit des aus dem Hochofen erhaltenen Roheisens ist nicht nur die Beschickung, sondern auch hauptsächlich die Temperatur des Ofens von grösstem Einflusse. Es scheint, als ob sich im Hochofen bei jeder Beschickung zuerst stets weises Roheisen bildet und dass dieses erst bei sehr gesteigerter Temperatur in graues Roheisen überzugehen vermag. Findet die Reduction bei einem richtigen Quantitätsverhältniss zwischen Erz, Zuschlag und Brennmaterial statt, so wird der Gang des Hochofens ein garer (Gargang) genannt. Man erhält dadurch ein Roheisen mit gehörigem Kohlenstoffgehalt. Die Schlacke ist bei diesem Gange niemals dunkel gefärbt, weil sie nur wenig Eisenoxydul enthält. Wenn in Folge von vorherrschendem Erze, also von mangelndem Brennmaterial, die Temperatur, welche zur vollständigen Kohlung des Eisens erforderlich ist, nicht erreicht wird, so findet nicht

selten nur unvollständige Reduction statt, in Folge deren eine grosse Menge von Eisenoxydul in die Schlacke geht und derselben eine dunkle Farbe ertheilt. Der Gang des Ofens wird in diesem Falle ein übersetzter, roher oder scharfer genannt. Durch überwiegendes Brennmaterial, wodurch die Hitze im Hochofen zu sehr gesteigert wird, wird ein heisser oder hitziger Gang des Hochofens hervorgebracht und graues Roheisen gebildet.

Die Resultate der chemischen Untersuchung einiger Roheisensorten mögen die Zusammensetzung des Roheisens im Allgemeinen veranschaulichen:

1. Spiegeleisen aus 14 Th. Spatheisenstein, 9 Th. Brauneisenstein erhalten (Hammerhütte).
2. Blumiges Floss aus Steiermark.
3. Weisses Roheisen.
4. Halbirtes Roheisen.
5. Graues Roheisen (aus Brauneisenstein mit Holzkohle).
6. Graues Roheisen (aus Brauneisenstein und Spatheisenstein).
7. Graues Roheisen (aus ockrigem Brauneisenstein mit Koks erblasen).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Gebundener Kohlenstoff	5,14	4,92	2,91	2,78	0,89	1,03	0,58
Graphit	0	0	0	1,99	3,71	3,62	2,57
Schwefel	0,02	0,017	0,01	0	—	—	—
Phosphor	0,08	0	0,08	1,23	—	—	—
Silicium	0,55	0	0	0,71	—	—	—
Mangan	4,49	0	1,79	0	—	—	—

Das Zeichen —, dass auf den Körper nicht geprüft, das Zeichen 0, dass der Körper nicht gefunden wurde.

M. Buchner fand bei einer Untersuchung des Kohlenstoff- und Siliciumgehaltes des Roheisens:

	1.	2.	3.	4.	5	6.
$C\alpha$	4,14	3,80	4,09	3,75	3,31	3,03
$C\beta$	—	—	—	—	—	—
Si	0,01	0,01	0,26	0,27	Spur	0,15

1. 2. 3. 4. Spiegeleisen, grossblättrig oder vollkommen krystallinisch. 5. 6. Luckiges Roheisen.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
$C\alpha$	3,40	2,70	2,13	3,60 }	3,34	2,72
$C\beta$	—	—	—	— }		
Si	0,14	0,12	0,10	0,66	0,10	0,20

8. 9. Weisses grelles Roheisen. 10. Weisses Gusseisen. 11. Halbirtes Roheisen. 12. Stark halbirtes Roheisen.

	13.	14.	15.	16.	17.	18.
$C\alpha$	2,17	1,35	1,18	0,71	0,38	0,26
$C\beta$	2,11	2,47	2,42	2,79	3,28	3,83
Si	0,09	0,70	0,66	1,53	1,62	0,59

13. Minder halbirtes Gusseisen. 14. 15. 16. Graues Gusseisen. 17. Schaumiges grobkörniges Roheisen. 18. Ueberkohltes schwarzgraues Roheisen.

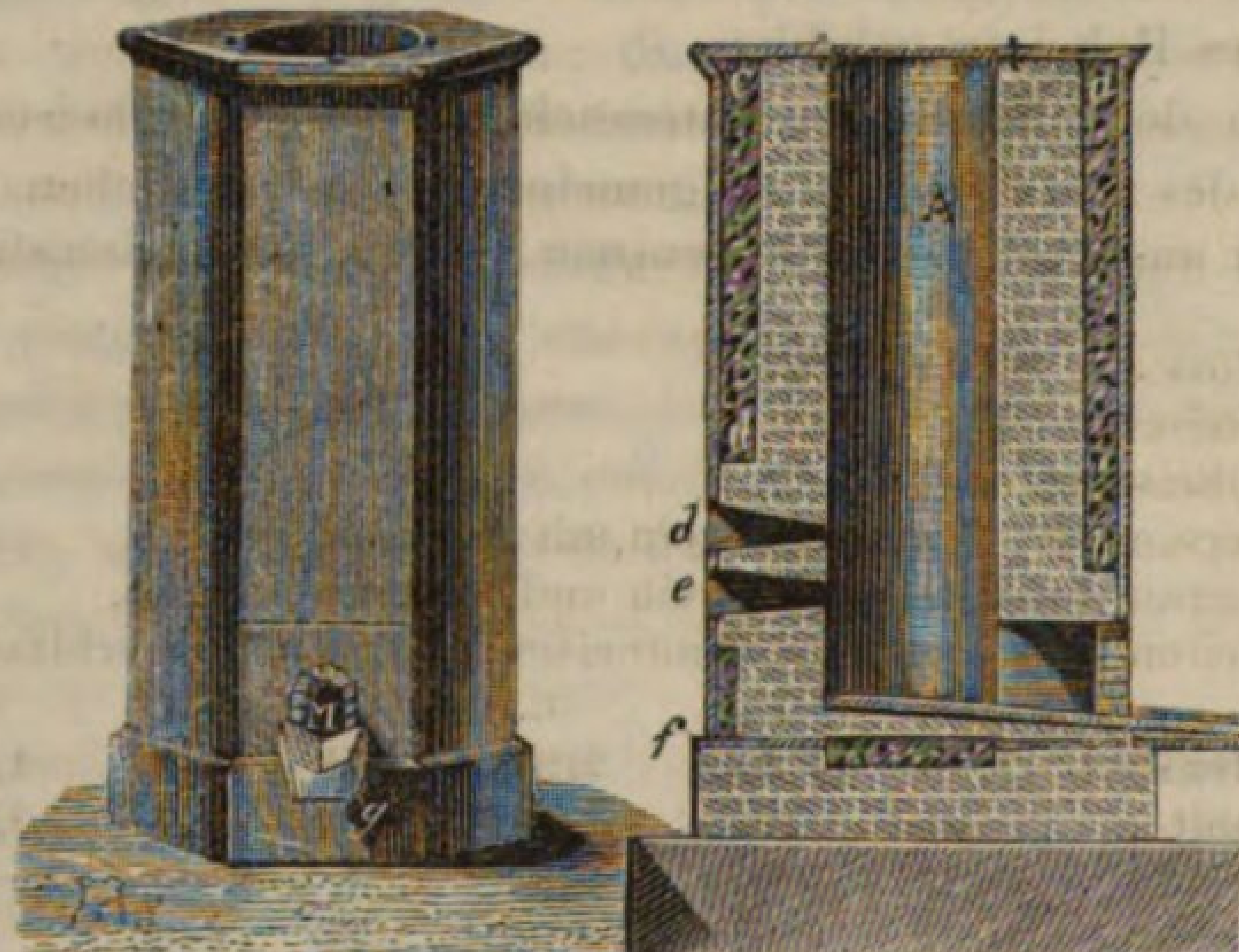
Eisengiesserei. Umschmelzen des Roheisens.

Obgleich das Giessen des Eisens direct aus dem Hochofen (Hochofenguss) geschehen kann, zieht man es vor, die Flossen oder Gänze umzuschmelzen (Umschmelzebetrieb), dies geschieht entweder in Tiegeln, in Schachtöfen oder in Flammenöfen. Tiegel (von Graphit oder feuerbeständigem Thon) wendet man nur zum Giessen kleiner Gegenstände an, man schmilzt gewöhnlich darin 5 — 8 Pfund. Am häufigsten findet der Schacht- oder Kupolofen Anwendung; Fig. 6 u. 7 (Seite 16) zeigen einen solchen Ofen; er besteht aus einem cylindrischen Schachtofen von 8 — 10 Fuss Höhe, in welchem man durch die Gicht das Roheisen und das Brennmaterial (Holzkohlen oder Koks) schichtweise in den Schacht *A* einträgt; die Oeffnungen *c* und *d* dienen zur Einführung der Düsen des Gebläses. Die nach der Rinne *B* führende Oeffnung

Schacht- oder Kupolofen.

ist während des Schmelzens verschlossen; wenn das geschmolzene Eisen die Oeffnung *a* erreicht hat, wird dieselbe vermittelst Thon verschlossen und die zuerst in *a* befind-

Fig. 6. Fig. 7.



liche Düse in die Oeffnung *d* gelegt. Das geschmolzene Eisen wird entweder in die Form unmittelbar geleitet, oder in eiserne, mit Thon überstrichene Giesspfannen gelassen und nach der Form hingetragen. Auch hierbei hat die Benutzung von heisser Gebläseluft bedeutende Ersparniss an Brennmaterial zur Folge gehabt. —

Flammenofen. Das Umschmelzen des Roheisens in Flammenöfen endlich geht in einem gewöhnlichen Flammenofen auf die Weise vor sich, dass man das Eisen auf dem mit Sand bedeckten Schmelzherde, der in der Richtung seiner Länge etwas geneigt ist und an dessen tieferliegenden schmalen Seite das Stichloch zum Abstechen des geschmolzenen Eisens befindlich ist, schmelzen lässt und dann absticht. Auf dem Feuerherde befindet sich Steinkohlenfeuer, dessen Flamme über eine niedrige Scheidewand (die Feuerbrücke) hinweg über den Schmelzherd zieht, denselben in seiner ganzen Längenausdehnung bestreicht und endlich in einen hohen Schornstein tritt. Aus dem Stichloche läuft das Eisen entweder direct in die Formen, oder man füllt damit lehmbestrichene Kellen und Pfannen, die von den Arbeitern zu den Formen getragen und dort durch Umneigen ausgegossen werden. In einem Flammenofen lassen sich mehr als fünfzig Centner Roheisen auf einmal umschmelzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Roheisen während des Umschmelzens in Flammenöfen mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, dadurch theilweise entkohlt und zu Gusswaaren untauglich wird.

Ein wesentlicher und schwieriger Theil der Eisengiesserei besteht in der Herstellung der Gussformen. Je nach den Materialien, aus denen die Formen bestehen, unterscheidet man 1) Sandguss in Formen aus Sand, der so fein sein muss, dass die feinsten Gegenstände sich darin abdrücken lassen, und so zusammenhaften, dass die schärfsten Kanten stehen bleiben; er enthält so viel Thon, dass er sich beim Befeuchten mit Wasser ballt; er wird vorher durch einen Zusatz von Kohlenstaub locker gemacht, damit die Wasserdämpfe, die bei der Berührung des heissen Gusseisens mit dem feuchten Sand sich bilden, leicht entweichen können. Bei Gegenständen, die auf der einen Seite eben sind, wie Gitter, Platten, Räder etc. wendet man den Herdguss an, d. h. man giesst auf einem Theile der Hüttensohle, der mit Formsand bedeckt ist; in diesem Formsand ist das Modell so eingedrückt, dass

dessen Oberfläche horizontal ist. Zu zusammengesetzteren Gusswaaren, z. B. zu Töpfen, wendet man den **Kastenguss** an. Die Sandformen werden vor dem Eingiessen des Eisens nicht getrocknet; 2) der **Masseguss** in Formen aus Sand und Lehm, wobei die Formen vor dem Giessen sorgfältig getrocknet werden müssen; 3) der **Lehmguss** in Formen aus Lehm, der gesiebt, angefeuchtet und um das Reissen beim Trocknen zu verhüten, mit Pferdemist durchknetet ist; 4) der **Schalenguss** in gusseiserne Formen. Letzterer wird nur selten und zwar nur zu Hartwalzen zum Ausstrecken des Blechs, die eine grosse Härte besitzen müssen, benutzt. Er gründet sich auf die Eigenschaft des grauen Roheisens, im geschmolzenen Zustand durch schnelle Abkühlung rasch zum Erstarren gebracht, in hartes weisses Roheisen überzugehen. Giesst man daher das Roheisen in gusseiserne Formen, welche die Wärme schnell ableiten, so wird die äussere Schicht in Folge der schnellen Abkühlung weiss und hart. So kann man Walzen giessen, die an der Oberfläche sehr hart, und doch, weil sie im Innern aus grauem Roheisen bestehen, nicht spröde und zerbrechlich sind.

Der am häufigsten angewendete Guss ist der Sandguss; man benutzt ihn zum Giessen von Ofenplatten, Rädern, Gittern, Maasstäben etc. Den Masseguss wendet man an, wenn man ein Zusammenstürzen einer Sandform zu fürchten hat; man benutzt diesen Guss zum Giessen von eisernen Röhren und Kanonen. Zur Herstellung der letzteren findet das halbirte Roheisen Anwendung, indem dasselbe Zähigkeit mit Elasticität und einer gewissen Härte vereinigt; es scheint indessen, als werde das Roheisen (und auch das bisher angewendete Geschützmetall) in der Geschützgiesserei in der Zukunft vollständig durch den Gusstahl ersetzt werden, wie die Fabrikate von **Krupp** in Essen beweisen. Man benutzt den Masseguss auch zu den sogenannten Galanteriewaaren aus Eisenguss (Schreibzeuge, Leuchter, Ringe etc.). Den Lehmguss wendet man endlich für sehr grosse Gegenstände an, und besonders für solche, wozu man kein besonderes Modell machen will oder kann, z. B. zum Giessen von grossen Kesseln, Glocken etc. Man unterscheidet dabei drei Haupttheile:

a) den Kern, der an Grösse und Gestalt dem Inneren des Gussstücks gleichkommt,
b) das Modell (Hemd, Eisenstärke) und
c) den Mantel (die Einhüllung des Modells).

Die Lehmformen werden scharf getrocknet. Der **Kunstguss**, d. i. die Anfertigung von Monumenten, Statuen etc. ist gleichfalls Lehmguss; hiezu beginnt aber in der neueren Zeit das Zink das Gusseisen zu verdrängen.

Bei solchen Gegenständen, welche viel Erhabenheiten auf ihrer Oberfläche, und besonders eine solche Form haben, dass ein theilweises Abheben des Mantels nicht ausführbar ist, wie z. B. bei dem Guss von Grabmonumenten, Kunstöfen, Statuen u. s. w. wird auf den gebrannten Kern die Form in Wachsabgüssen aufgetragen. Das von dem Modelleur angefertigte Modell wird in Gyps abgegossen, und es werden so viel einzelne Gypsformen dargestellt, als des Abhebens wegen nöthig sind. Man giesst das Wachs in die einzelnen Formen, trägt die Wachsabgüsse auf den Kern und setzt sie auf demselben vorsichtig zusammen. Diese Wachsform wird mit feingeschlämmtem Thon, der mit etwas Graphit gemischt worden ist, überpinselt, und nachdem dies mehreremale geschehen ist, die Form mit einer stärkeren, mit Kuhhaaren untermengten Thonschicht umgeben. Ist der Ueberzug getrocknet, so schmilzt man das Wachs durch Erwärmen der Form heraus.

Adouciren. Tempern. Nach dem Gusse werden die Gusswaaren durch mechanische Bearbeitung vollendet, es werden z. B. die Giessnähte abgehauen, der eingebrannte Sand

von der Oberfläche abgelöst u. s. w. Oft müssen die Eisengüsse ausgebohrt, gedreht und geschliffen werden. Da dieselben nun durch schnelles Erkalten auf der Oberfläche oft solche Härte und Sprödigkeit besitzen, als wären sie aus weissem Roheisen gegossen und dadurch nicht mit Feilen, Meisseln etc. bearbeitet werden können, so sucht man solchen Eisengüssen durch das Adouciren (Tempern, Anlassen) die nöthige Weichheit zu ertheilen. Das Adouciren besteht wesentlich in anhaltendem starkem Glühen der Gussstücke in einer Einhüllung und sehr langsamem Erkalten. Das Adouciren geschieht entweder auf physikalischem oder auf chemischem Wege. Im ersteren Falle, in welchem keine chemische Veränderung eintritt und das Harteisen nur durch Anderslagerung der Moleküle in weiches Eisen übergeht, überzieht man die Gegenstände mit Lehm und glüht sie zwischen Kohlen aus, oder man glüht sie einfach unter trocknem Kiessand, oder in mit Kohlenstaub angefüllten Kapseln bei nicht anhaltender Rothglühhitze. Sollen die Gusswaaren durch das Adouciren zugleich eine gewisse Festigkeit erhalten, welche dem Stahl und Stabeisen eigenthümlich ist, so muss die Einhüllung und länger anhaltende Hitze chemisch, d. h. entkohlend einwirken. Als Hülle benutzt man ein Cementirpulver aus Kohle, Knochenasche, Eisenhammerschlag und rothem Eisenoxyd. Gleichmässig und durch die ganze Masse hindurch entkohlten Eisenguss nennt man hämmerbaren, schmiedbaren Eisenguss. Auf diese Weise stellt man neuerdings viele kleine Gegenstände aus Gusseisen dar, die man früher zu schmieden pflegte, wie z. B. Schlüssel, Lichtputzen, Schnallen u. s. w. Durch Einsatzhärtung (siehe bei Stahl) lassen sich diese Gegenstände oberflächlich verstählen, so macht man jetzt z. B. gegossene Scheeren und Messer (selbst Rasirmesser), die sich von den stählernen kaum unterscheiden lassen. Man überzieht die gegossenen Gegenstände mit einem Firniss von Steinkohlentheer und Graphit, oder Leinölfirniss und Kienruss.

Emailliren von eisernen Geschirren. Die eisernen Kochgeschirre pflegt man auf der inneren Seite zu emailliren; dies geschieht, indem man die Fläche durch verdünnte Schwefelsäure von Oxyd befreit, einen aus Borax, Quarz, Feldspath, Thon und Wasser bestehenden Brei in dem Gefässe umherschwenkt, auf den feuchten Ueberzug ein feines Pulver von Feldspath, Soda, Borax und Zinnoxyd streut, und darauf die Geschirre in einer Muffel bis zum Schmelzen der Glasmasse erhitzt. Das in Frankreich fabricirte glasirte Eisen ist ein ähnliches emaillirtes Eisen. Die Glasurmasse wird durch Zusammenschmelzen von 130 Th. Flintglaspulver, $20^1/_2$ Th. kohlensaurem Natron und 12 Th. Borsäure dargesellt. Man benutzt das glasirte Eisen hauptsächlich statt der Zinkgefässe und verzinnter Blechgeschirre, namentlich verfertigt man daraus Zuckerhutformen und Krystallisirgefässe für Sterarinsäure.

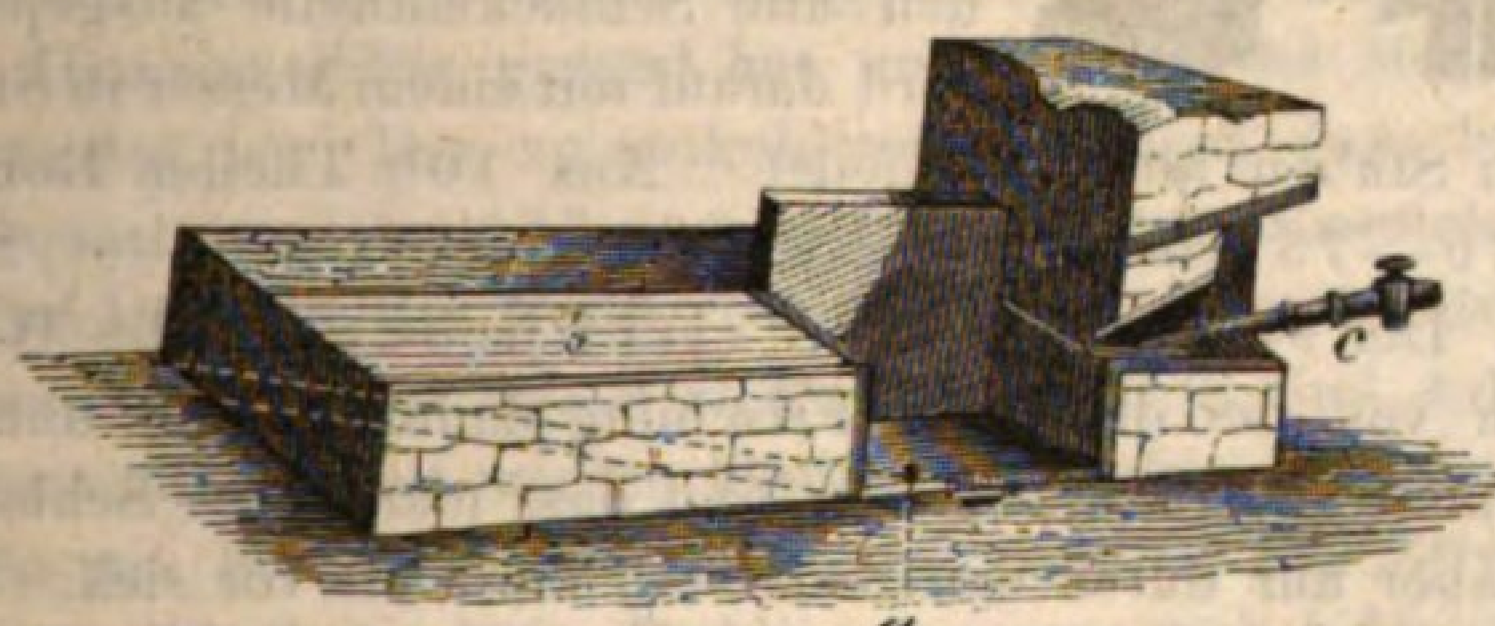
Stabeisen oder Frischeisen. Stabeisen oder Frischeisen. In älteren Zeiten *) brachte man, wie bereits Seite 8 gesagt, das Stabeisen direct aus den Erzen aus, indem man dieselben auf einem Herde mit Kohlen unter Mitwirkung eines Gebläses reducirte und den erhaltenen Klumpen von reducirtem Eisen sofort ausschmiedete. Gegenwärtig hat man diese wenig ergiebige Gewinnungsart (Luppenfrischerei oder Rennarbeit) verlassen, und stellt allgemein zuerst Roheisen und aus diesem das Stabeisen dar. Derjenige Process, durch welchen das Roheisen in Stabeisen oder Frischeisen verwandelt wird, heisst der Frischprocess; er beruht der Hauptsache nach auf der Entfernung der grössten Menge des Kohlenstoffs des Roheisens. Der Frischprocess oder das Frischen geht entweder vor sich:

*) Von den neuerdings aufgetauchten Verfahren der directen Darstellung von Eisen und Stahl aus den Erzen, von Chenot, Uchatius u. a. wird beim Stahl die Rede sein.

1) auf Herden (Herdfrischung oder deutscher Frischprocess),
oder
2) in Flammenöfen (Puddlingsprocess oder englischer Frischprocess).
Die Bereitung des Stabeisens
3) durch Einblasen von Luft in das geschmolzene Roheisen (nach dem Verfahren von Bessemer)
wird beim Stahl beschrieben werden.

Herdfrischung. Bei der Herdfrischung wird das Gusseisen in Platten von 3—4 Ellen Länge, $^1/_2$ Elle Breite und 2—3 Zoll Stärke in dem vertieften vierseitigen Feuerraum *a* des Herdes *b* (Fig. 8) eingeschmolzen. Diese Vertiefung ist mit eisernen Platten ausgelegt und erhält durch die Düse *c* die nöthige Gebläseluft

Fig. 8.

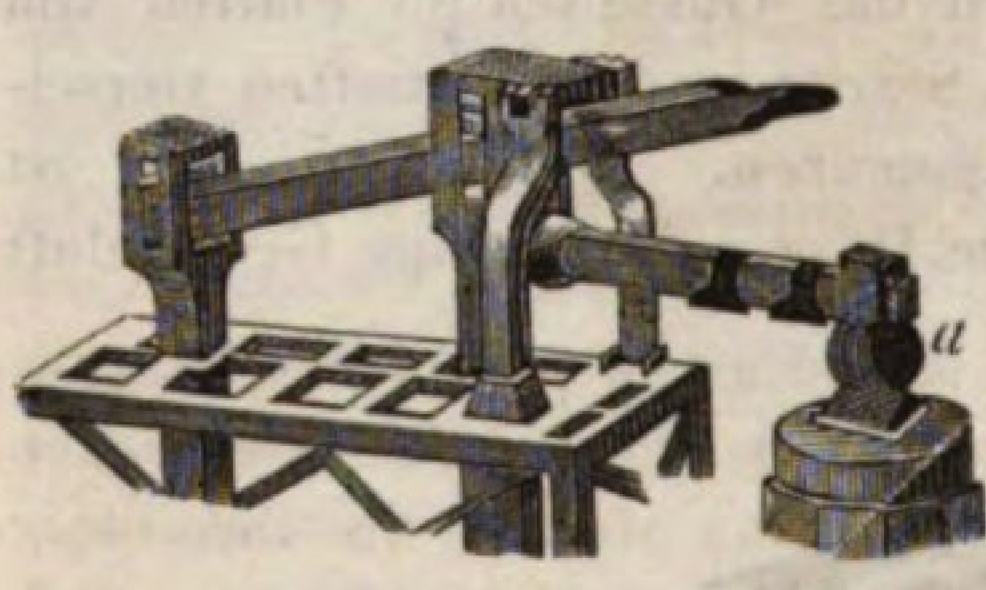


zugeführt. Zuerst füllt man den Feuerraum mit glühenden Holzkohlen, lässt das Gebläse an und bringt das Roheisen in Gängen auf den Herd *b*, das in dem Maasse in die Herdvertiefung geschoben wird, als es an der vorderen Seite abschmilzt. Durch die Gebläseluft wird fortwährend Kohlenstoff aus dem Roheisen zu Kohlensäure verbrannt und das Roheisen entkohlt. Der den Gänzen anhängende Sand, die durch Oxydation des Siliciums des Roheisens entstandene, so wie die durch die Holzkohlenasche in die Masse gelangte Kieselerde kommen ebenfalls bei dem Frischen in Betracht; diese Körper verbinden sich nämlich mit dem gleichzeitig entstehenden Eisenoxydul zu basisch kieselsaurem Eisenoxydul ($SiO_3 + 3\,FeO$), zu der sogenannten Rohschlacke (in 100 Theilen 68,84 Eisenoxydul und 31,16 Kieselsäure) *), die über dem geschmolzenen Eisen steht und während des Eisenschmelzens von Zeit zu Zeit abgelassen wird, ohne das Eisen jedoch gänzlich von der Schlacke zu entblössen. Diese Schlacke wird zu der nächsten Schmelzung mit Eisenhammerschlag (Oxydul-Oxyd) gemengt, gegeben, um die Entkohlung des Eisens zu bewirken. Wenn man nämlich Roheisen (Kohleneisen) mit Eisenoxyduloxyd und basisch kieselsaurem Eisenoxydul glüht, so giebt das Eisenoxyduloxyd an den Kohlenstoff des Roheisens Sauerstoff ab, und es bilden sich Kohlenoxyd und Stabeisen. Bei der Frischung werden auch alle anderen in dem Roheisen enthaltene Stoffe wie Aluminium, Phosphor u. s. w. in die Schlacke getrieben. — Nach dem Einschmelzen des Eisens werden die Schlacken abgelassen und die Eisenstücken unter häufigem Wenden dem Wind des Gebläses ausgesetzt; das Eisen wird, indem es immer mehr und mehr seinen Kohlenstoff verliert, dünnflüssiger und schmilzt ab. Dieser Process (das Rohaufbrechen) wird so lange fortgesetzt, bis das Eisen gar ist. Die sich nach

*) Mitscherlich hat gezeigt, dass die nicht selten krystallisirt vorkommende Schlacke die Zusammensetzung und die Krystallform des Olivins besitzt.

dem Rohaufbrechen bildende Schlacke wird um so reicher an Eisenoxydul, je mehr sich das Eisen der Gare nähert, wodurch sie endlich zur Garschlacke (SiO_3 + 6 FeO) wird, welche eben so wie die mit Hammerschlag versetzte Rohschlacke als Zusatz zur Beförderung der Entkohlung des Eisens benutzt wird. Nach dem Rohaufbrechen nimmt der Frischer das Garaufbrechen vor, das darin besteht, die ganze Eisenmasse durch verstärkte Hitze halbflüssig zu machen, damit sich die Schlacke abscheide. Nach beendigtem Gareinschmelzen hebt man die gefrischte Eisenmasse (Deul, Luppe, Klump, Wolf) aus dem Feuer heraus und bringt sie noch glühend unter den Aufwerfhammer *a* (Fig. 9), welcher durch eine Welle und durch Daumen in Bewegung gesetzt wird. Durch die Schläge des Hammers werden alle Schlackentheile ausgepresst. Der Deul wird darauf mit einem Messer in Stücke zerschnitten und diese dann zu Stäben ausgeschmiedet. Aus 100 Theilen Roheisen erhält man im Durchschnitt 70—75 Theile Stabeisen.

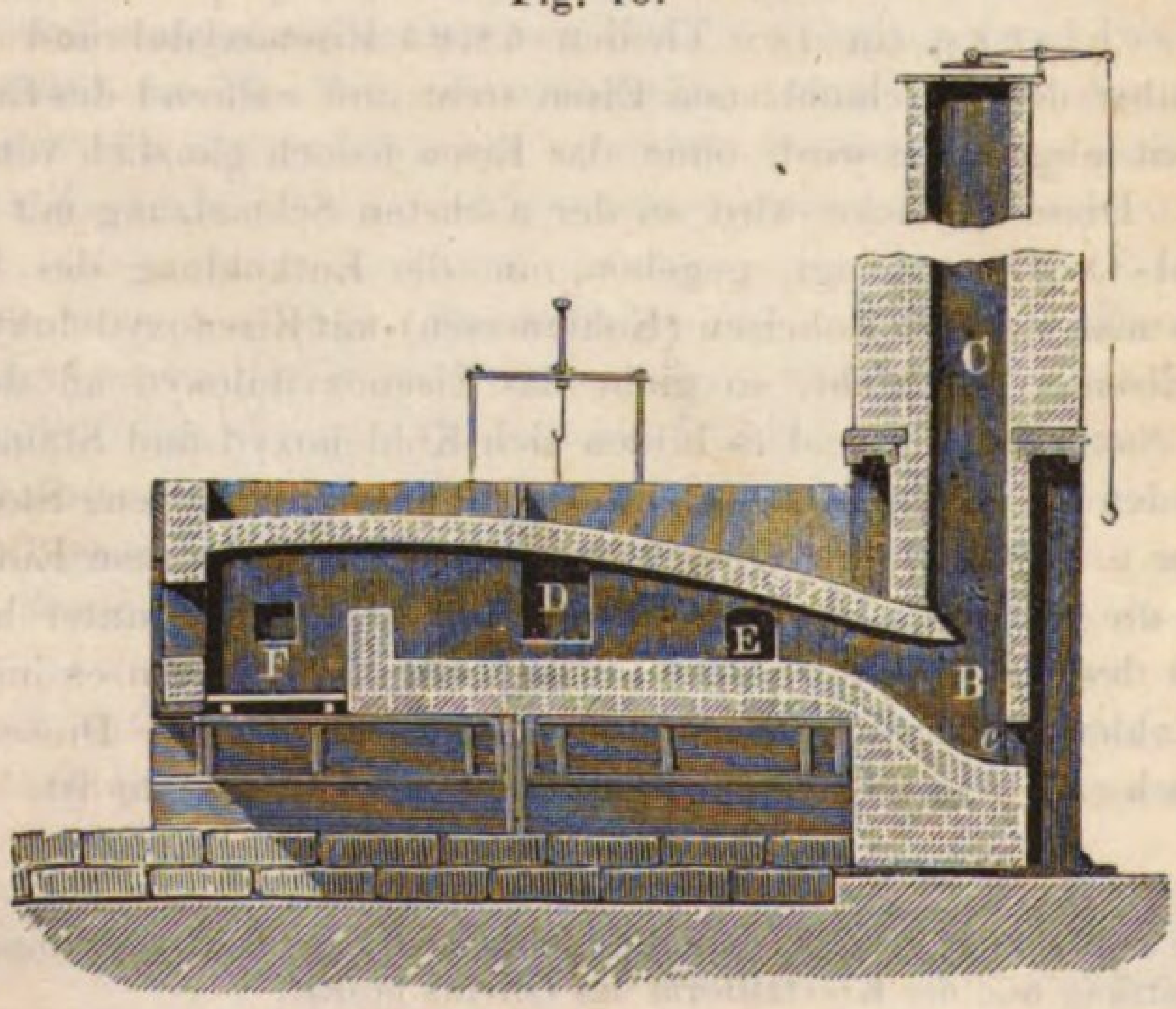
Fig. 9.



Schwedischer Frischprocess. Der schwedische Frischprocess (die Wallonenschmiede) unterscheidet sich von der deutschen Frischung dadurch, dass nur geringe Mengen des Eisens auf einmal in Arbeit kommen und dass man keine Schlacke zusetzt. Die Entkohlung geht aber nur durch den Sauerstoff der Luft vor sich. Dieses Verfahren erfordert viel Brennmaterial, auch oxydirt sich ein nicht unbedeutender Theil des Eisens; das erhaltene Eisen enthält aber keine Schlacke und ist daher dichter.

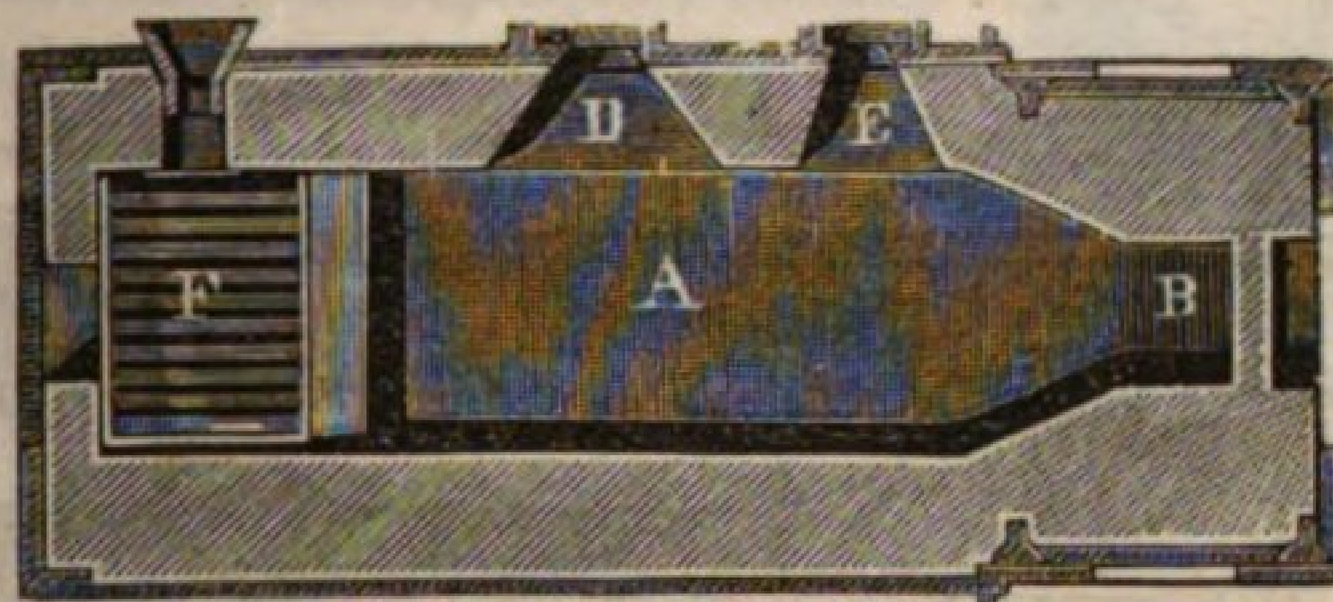
Puddlingsprocess. Der Puddlingsprocess oder das Frischen im Flammenofen. In Ländern, in denen, wie in England, die Holzkohlen wegen ihres hohen Preises zum Frischen des Roheisens nicht angewendet werden können, benutzt man die Steinkohlen. Da aber wegen des Schwefelgehaltes der Steinkohlen eine unmittelbare Berührung derselben mit dem Eisen vermieden werden muss, so wendet man zum Entkohlen des Roheisens Flammenöfen (Puddlingsöfen) an. Puddlingsöfen. Figur 10 zeigt einen Puddlingsofen im Vertikaldurchschnitt, Fig. 11 im Horizontal-

Fig. 10.



durchschnitte. *F* ist der Rost, *A* der Puddlingsherd und *C* der Canal, durch welchen die Gase in den Schornstein gelangen. Der Puddlingsherd *A* besteht aus einem

Fig. 11.



viereckigen, eisernen Kasten, in welchen atmosphärische Luft ungehindert durch den Rost eintreten kann. Auf diesen Herd bringt man eine Decke von Frischschlacken, zu welchen man Hammerschlag gesetzt hat und erhitzt die Masse, bis ihre Oberfläche weich geworden ist. Das zu entkohlende Roheisen (am besten weisses Roheisen) wird in Quantitäten von 300—350 Pfd. bis zum Erweichen erhitzt, sodann mittelst einer Krücke über die Herdsohle des Ofens ausgebreitet und unter fortwährendem Erhitzen umgerührt (gepuddelt). *D* u. *E* sind Arbeitsöffnungen, die leicht geschlossen und geöffnet werden können. Auf dem breiigen Eisen zeigen sich blaue Flämmchen von brennendem Kohlenoxydgase und das Eisen wird zäher und steifer. Der grösste Theil der beim Puddlingsprocess sich bildenden Schlacke fliesst vorn im Ofen von dem Eisen über die schiefe Ebene *B* ab, und wird von Zeit zu Zeit durch eine Oeffnung *o* abgelassen. Nach beendigtem Puddeln vereinigt man das auf der Herdsohle ausgebreitete Eisen zu Bällen und befreit es unter dem Stirnhammer oder durch ein Quetschwerk von der Schlacke.

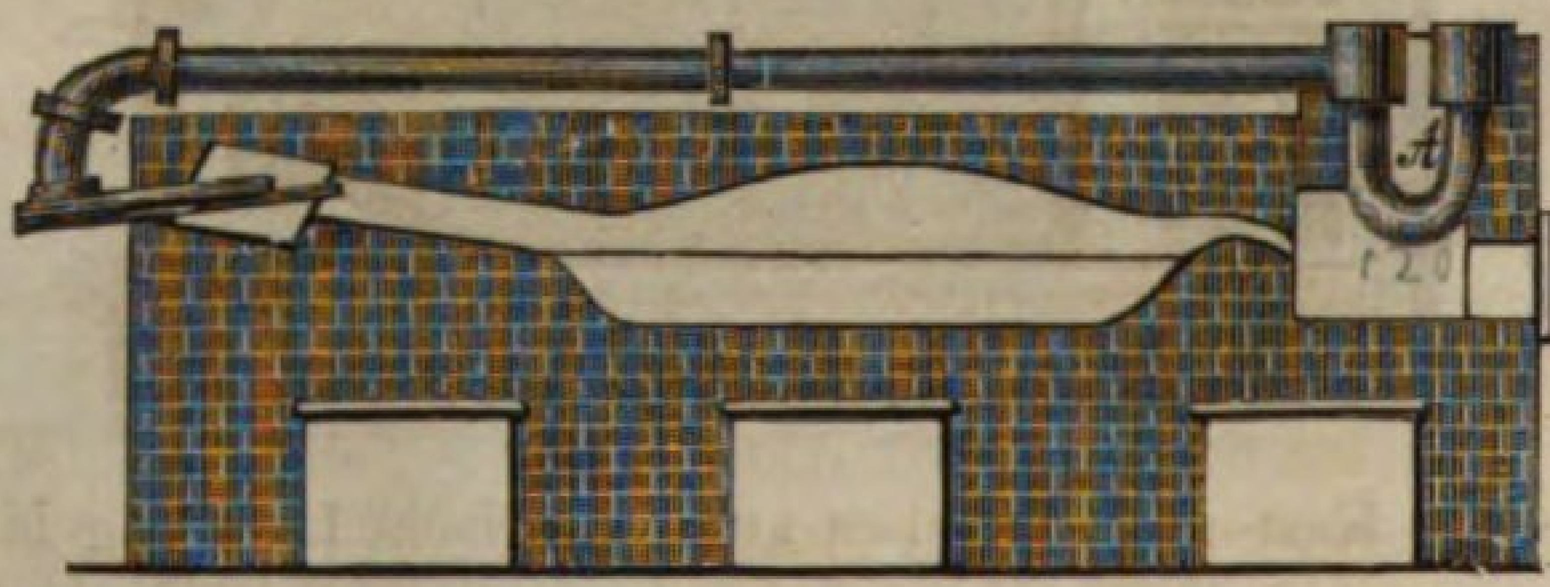
Wo graues oder halbirtes Roheisen zum Puddeln angewendet werden muss, wird dasselbe vor dem eigentlichen Puddeln durch Einschmelzen im Flammenofen durch das Feinmachen in Feineisen (Feinmetall) verwandelt.

Die Theorie des Eisenpuddelns ist folgende: Beim Zuströmen von Luft zu dem auf dem Herde des Flammenofens eingeschmolzenen Roheisen bildet sich eine nicht unbedeutende Menge von Eisenoxydul-Oxyd, dessen Sauerstoff den Kohlenstoff des Roheisens in Gestalt von Kohlenoxydgas entfernt, das in mit bläulicher Flamme verbrennenden Bläschen entweicht. Mit der fortschreitenden Entkohlung wird die Masse immer strengflüssiger und es bilden sich in ihrem Innern feste Körper von Schmiedeeisen, deren Menge zunimmt und welche mit dem Rühreisen zusammengehäuft und lose an einander geschweisst werden. Dadurch trennt sich das noch kohlehaltige Eisen und wird durch fortgesetztes Umrühren völlig entkohlt. In der Praxis ist jedoch dieser Process nicht so einfach, dies hat darin seinen Grund, dass es 1) nicht wol möglich ist, alles Eisenoxydul-Oxyd mit dem Kohleeisen in Berührung zu bringen, weshalb leicht Oxyd in dem Eisen bleibt, wodurch der Zusammenhang der einzelnen Theile aufgehoben wird. Dieses überschüssige Oxyd sucht man durch Zusatz von Rohschlacke (SiO_3, 3 FeO) zu entfernen, welche dadurch in Garschlacke (SiO_3, 6 FeO) übergeht. Durch die Abscheidung des Eisenoxydul-Oxydes wird ein Eisenverlust von 4—5 Proc. herbeigeführt, zu dem noch durch das Verbrennen des Kohlenstoffs etwa 5 Proc. kommen. Ein anderer Grund liegt 2) in einem Gehalte des Roheisens an Hochofenschlacke und mechanisch anhängender Kieselerde etc. Während des Puddelns vereinigt sich die freie Kieselerde mit der Hochofenschlacke; kommt nun in dem letzteren Stadium des Processes diese kieselerdereiche Schlacke mit dem Eisenoxydul bei mangelndem Kohlenstoff in Berührung, so giebt sie ihre Kieselerde theilweise an das Eisenoxydul ab und bildet mit demselben Garschlacke, welche an den Wänden und der Sohle des Ofens adhärirt, und eine basische, strengflüssige Hochofenschlacke, welche mit dem Eisen gemengt bleibt. Diese Schlacke zu entfernen, ist der Puddlingsprocess nach seinem gegenwärtigen Stande durchaus unfähig. Der Faulbruch eines Eisens, von welchem diese Schlacke zwei oder mehrere Procente ausmacht, erklärt sich dadurch auf eine ganz ungezwungene Weise.

Beiläufig sei bemerkt, dass man jetzt häufig, anstatt den Flammenofen mittelst Steinkohlen und atmosphärischer Luft zu heizen, Gichtgase als Brennmaterial anwendet, welche, wie aus Figur 12 zu ersehen, in der gebogenen Röhre *A* durch die Wärme des Flammenofens erhitzt werden. Anstatt der

Mit Gas.

Fig. 12.



Gichtgase wendet man jetzt häufig beim Frischen des Eisens in Flammenöfen Generator-Gase an. So nennt man die in einer schachtförmigen Vorrichtung — dem Generator — durch unvollständige Verbrennung von Brennmaterial (gewöhnlich solchem, das wie Holzabfälle, Holzkohlen und Braunkohlenklein, Torf etc. als festes Brennmaterial nicht anwendbar ist) erzeugten brennbaren Gase von ähnlicher Zusammensetzung wie die Gichtgase, jedoch mit vorwaltendem Kohlenoxydgas. Der Generator ist unmittelbar bei dem Flammenofen angelegt, so dass die darin erzeugten Gase fast eben so heiss zur Verbrennung gelangen, als sie aus dem Generator entweichen. Eisen, welches zu viel Phosphor enthält, wird davon befreit, indem man während des Puddelns in das geschmolzene Eisen das sogenannte Schafhäutl'sche Mittel, ein Gemenge von Braunstein, Kochsalz und Thon einträgt.

Verfeinerung des Stabeisens.

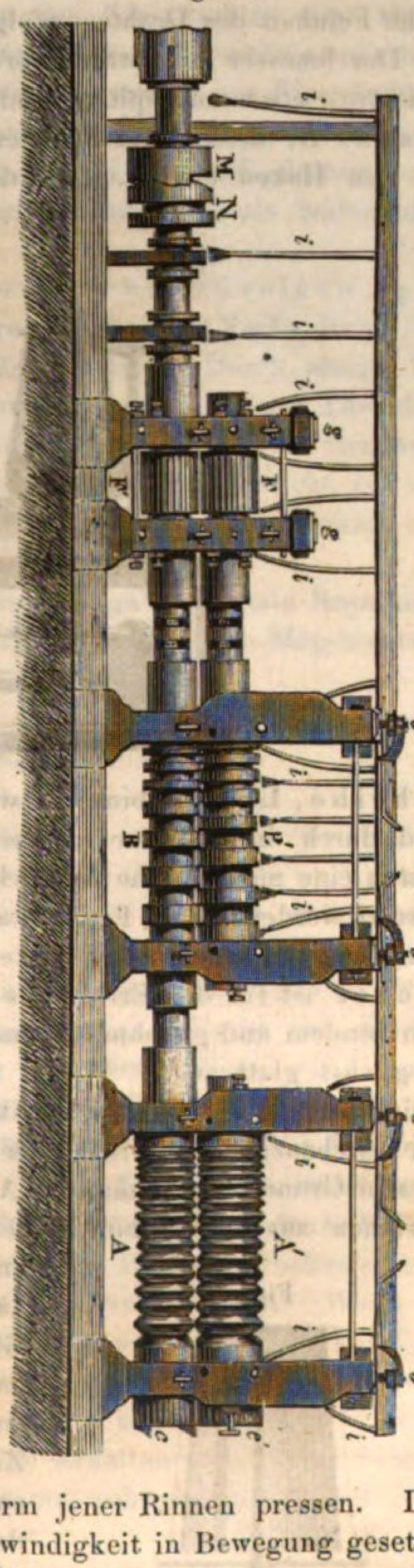
Man verarbeitet das Stab- oder Schmiedeeisen, das durch den Stirnhammer, durch Quetschwerke oder Walzwerke von den Schlacken befreit worden ist, auf den Walzwerken.

Walzwerk.

Ein Walzwerk (Fig. 13 Seite 23) hat wesentlich folgende Einrichtung. *BB'* und *AA'* sind cannelirte, gusseiserne Walzenpaare, von denen *AA'* zum Walzen von Flachstäben, *BB'* zum Walzen von Quadratstäben bestimmt sind. Durch die Schrauben *oo* können die oberen Cylinder den unteren beliebig genähert werden. Aus den Röhren *ii* fliesst Wasser auf die sich erhitzenden Theile des Walzwerks. Die Vorrichtung *MN* dient dazu, das Walzwerk ausser Verbindung mit der bewegenden Kraft zu setzen. Die Räder *F* und *c* übertragen die Bewegung auf die Räder *F'* und *c'*, die an den oberen Walzen *A'* und *B'* sitzen und bewirken eine Umdrehung derselben in entgegengesetzter Richtung. Die durch den Hammer in die geeignete Form versetzten glühenden Eisenstücke passiren immer kleinere Oeffnungen des Walzwerkes und werden so verdünnt und gestreckt. Sehr dünne Stäbe schneidet man auf den Schneidewerken, welche (Fig. 14 Seite 23) aus abwechselnd grösseren und kleineren verstählten Scheiben, die auf eisernen Wellen fest eingekeilt sind, bestehen. Man unterscheidet das Stabeisen in Quadrateisen mit quadratischem Durchschnitte, Flacheisen, dessen Querschnitt ein Rechteck ist mit verschiedenem Verhältnisse von Breite und Dicke, Rundeisen mit kreisförmigem Durchschnitte. Die dünnste Sorte des Flacheisens heisst Band- oder Reifeisen; unter Zaineisen oder Krauseisen versteht man nicht glatt geschmiedetes Quadrateisen mit eingekerbten Flächen (Eindrücke des Hammers); dünne vierkantige Sorten des Stabeisens sind Nageleisen.

Blechfabrikation. Das zur **Blechfabrikation** angewendete Eisen muss weich und dehnbar sein, damit dasselbe die Bearbeitung bei abnehmender Temperatur am längsten aushalte, ohne spröde zu werden. Man unterscheidet grössere und kleinere Bleche. Da die letzteren gewöhnlich verzinnt werden, nennt man auch diese **Weissbleche**, die grösseren **Schwarzbleche**. Bei der Anfertigung des Schwarzbleches wird das Stabeisen (Flacheisen) glühend, so wie es aus den Walzen herauskommt, vermittelst der Blechscheere in Stücke (**Stürze**) zerschnitten, und diese nach dem Erhitzen in einem Flammenofen zwischen glatten Walzen (Blechwalzwerke) gestreckt. Die Stürze gehen viermal durch die Walzen, wobei nach jedesmaligem Durchgange die Walzen enger zusammengeschraubt werden. Bevor die Stürze unter die Walzen kommen, muss das Oxyd (der Glühspan) abgeschlagen werden, damit er sich nicht eindrücke. Früher und auch noch jetzt stellt man in einigen Gegenden das Eisenblech durch Hämmern dar (geschlagenes Blech); obwohl auf diese Weise die Bleche nicht vollkommen gleichmässig hergestellt werden können, so zieht man sie dennoch zu gewissen Zwecken, wie z. B. zu Dampfkesseln, den gewalzten Blechen vor. Die Anfertigung des Weissbleches ist der des Schwarzbleches ähnlich. Von der Verzinnung des Weissbleches wird bei dem Zinn die Rede sein.

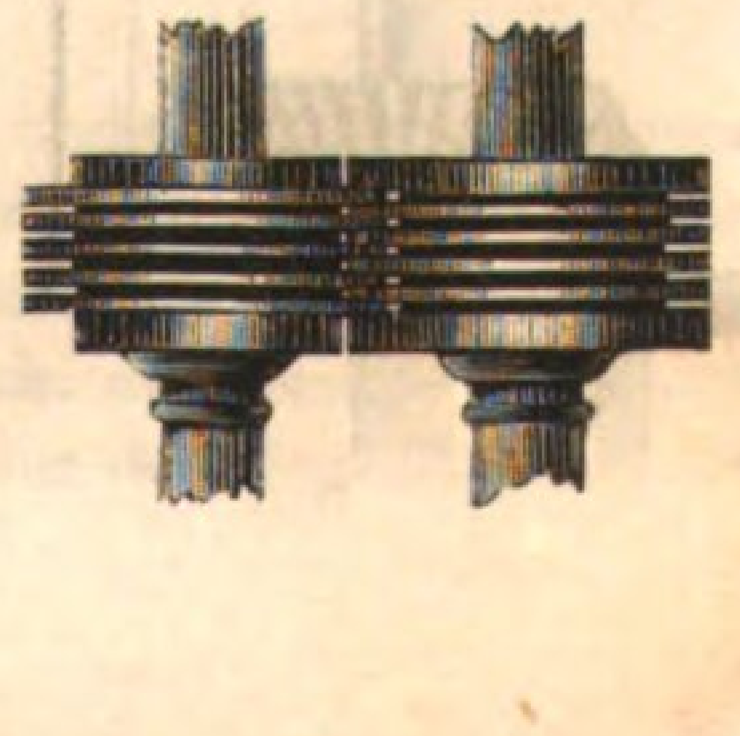
Fig. 13.



Drahtfabrikation. Zur **Drahtfabrikation** benutzt man ein zähes, festes, im Bruche fadiges Eisen. Ehedem benutzte man Zangen, mit deren Hülfe man das Eisen durch Löcher zu Draht zog; jetzt wendet man für die gröberen Sorten **Walzwerke**, für die feineren Sorten **Ziehscheiben** an.

Die Anwendung des Walzwerkes erstreckt sich nur auf die dickeren Sorten Eisendraht bis etwa zu $^1/_4$ Zoll herab. Ein hierzu anwendbares Walzwerk besteht aus drei Walzen mit correspondirenden runden Rinnen, die bei ihrer Umdrehung die zwischen sie gesteckten Eisenstangen fassen, und in die Form jener Rinnen pressen. Die Walzen des Walzwerkes werden mit solcher Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt, dass sie 240 Umläufe in einer Minute machen. Da ihr Durchmesser 8 Zoll beträgt, so ist die Umfangsgeschwindigkeit = 8,37 Fuss in einer Secunde, oder 8 Fuss $4^1/_2$ Zoll Draht kommen in einer Secunde aus den Walzen hervor.

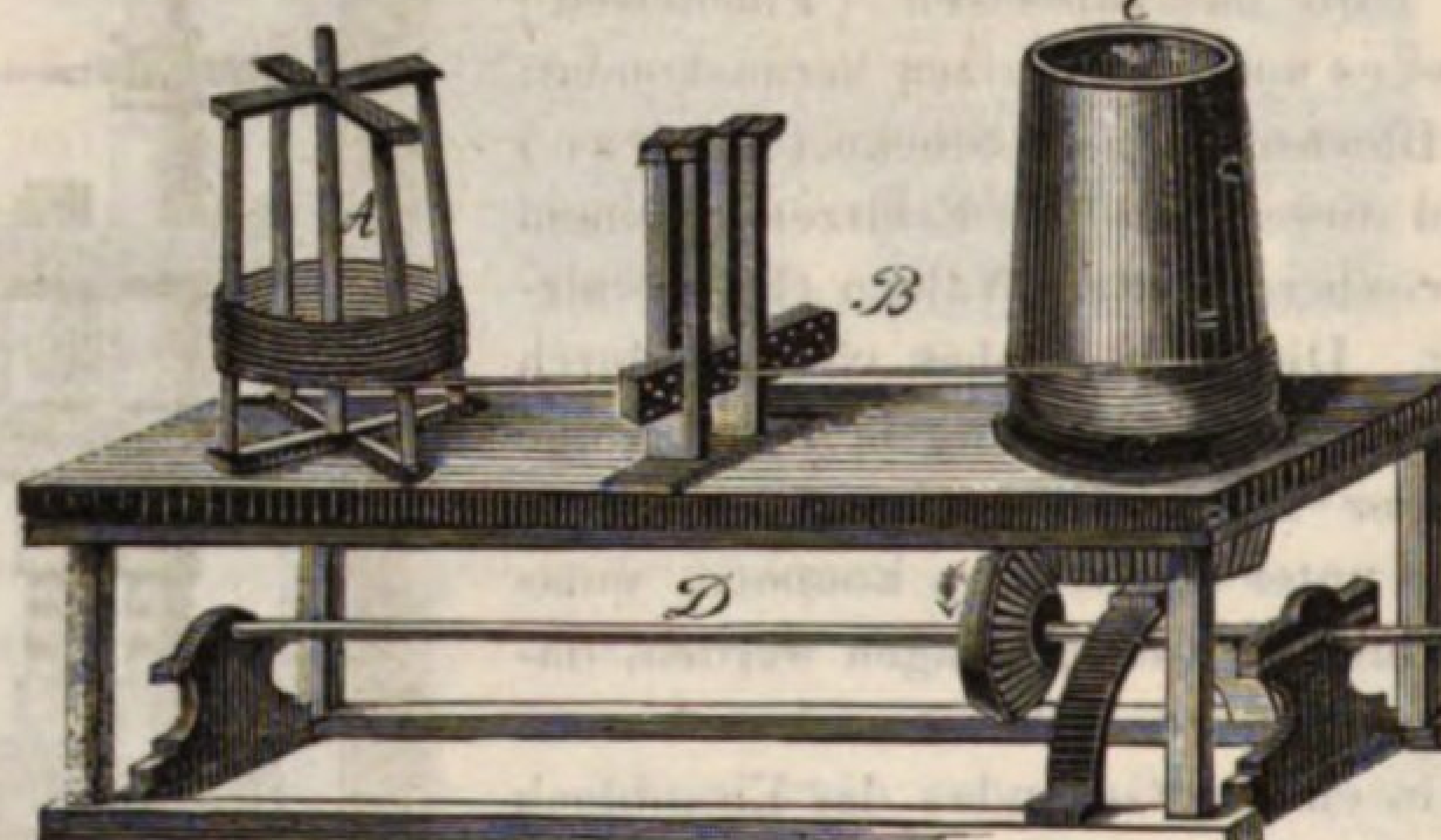
Fig. 14.



Der feinere Draht wird verfertigt, indem man gröberen Draht durch zweckmässig gestaltete, unbewegliche Oeffnungen in harten Körpern zieht, und

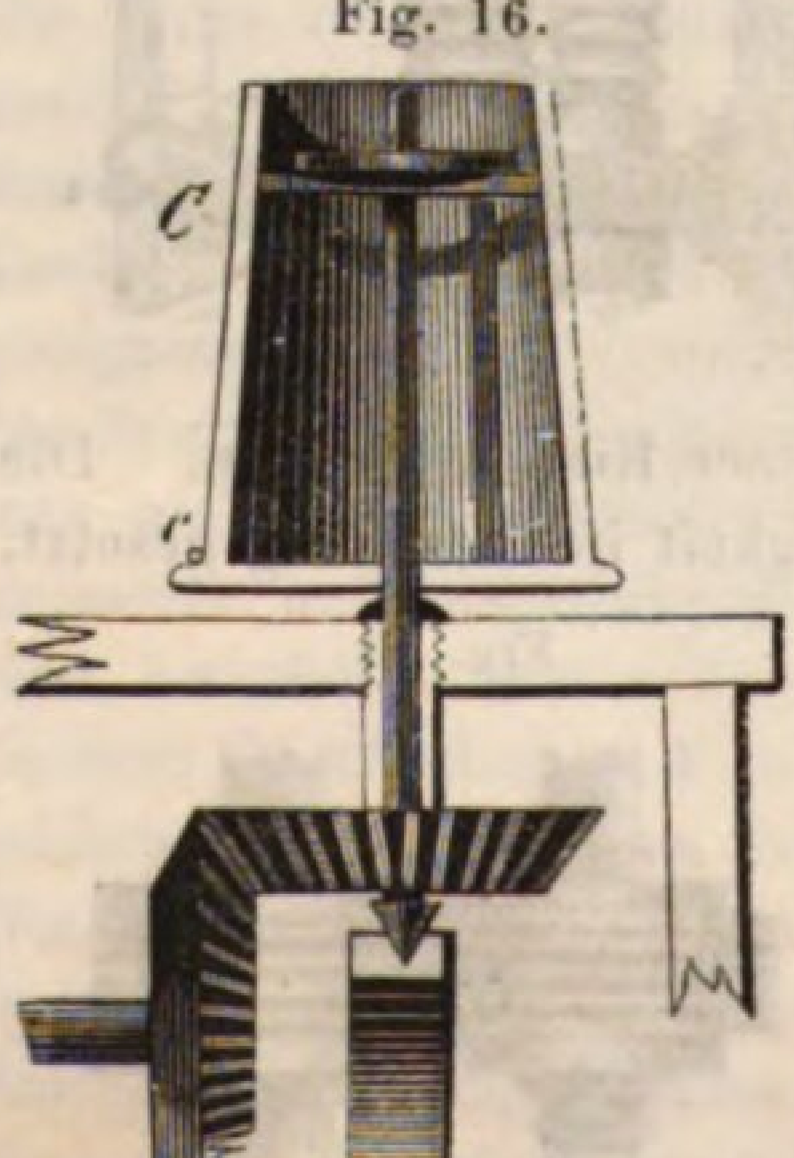
dieses Durchziehen in fortschreitend kleineren Löchern wiederholt, bis die erforderliche Feinheit des Drahtes erfolgt ist. Der ausgeglühte Draht, der bis zu $4^1/_2$ Linie im Durchmesser ausgewalzt worden ist, wird auf die Haspel *A* (Fig. 15) gelegt. Das eine vorn etwas zugespitzte Ende des Drahtes steckt man durch das Loch des Zieheisens *B*, dessen Durchmesser etwas kleiner als der des Drahtes ist, befestigt ihn an den Haken *c* (Fig. 16) der konisch geformten Trommel (Zieh-

Fig. 15.



scheibe, Leier, Bobine) *C*, welche durch die horizontale Betriebswelle *D* (Fig. 15) und durch in einander eingreifende konische Räder in Bewegung gesetzt wird. Durch eine mechanische Ausrückung kann die Ziehscheibe in Ruhe oder Bewegung gesetzt werden. Der Fig. 16 abgebildete Durchschnitt derselben, so wie die Zeichnung Fig. 15 macht jede weitere Beschreibung unnöthig. Die Gestalt der Ziehlöcher ist für den Erfolg des Drahtziehens von grosser Bedeutung. Zur Erzielung von rundem und gleichmässigem Draht müssen die Ziehlöcher völlig kreisförmig und möglichst glatt sein. Wären die Löcher durch die ganze Dicke der Ziehplatte cylindrisch, d. h. von gleichbleibendem Durchmesser, so würde in den meisten Fällen der durchzuziehende Draht eher abreissen, als sich plötzlich verdünnen lassen. Aus diesem Grunde macht man im Allgemeinen die Löcher trichterförmig. Die Zieheisen bestehen aus Stahl; zum Ziehen feiner Drähte setzt man auch gebohrte Edelsteine an die Stelle der Zieheisen. Der Eisendraht lässt sich kaum öfter als drei bis fünf Mal ziehen, ohne des Glühens bedürftig zu sein. Wird der Draht in nicht ganz verschlossenen Gefässen geglüht, so bildet sich auf der Oberfläche Oxyd, welches vor dem wiederholten Ziehen durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure sorgfältig entfernt werden muss. Man hat gefunden, dass, wenn in der Säure etwas Kupfervitriol aufgelöst wird, die auf dem Eisen sich niederschlagende, äusserst dünne Kupferhaut das nachherige Ziehen, durch Verminderung der Reibung im Ziehloche, erleichtert. Der dünnste Eisendraht, welcher im Handel vorkommt, hat einen Durchmesser von $^1/_{166}$ Zoll, man nennt ihn Bleidraht.

Fig. 16.



Dass der Draht beim Ausglühen etwas von seiner Zähigkeit verliert, ist bekannt. Wird ja der käufliche

Eisendraht, der zum Ueberstricken von Töpfen etc. dient, vorher geglüht, damit er nicht so leicht bricht. Die vielfältigen Benutzungen des Eisendrahtes sind allgemein bekannt. Eine neue und besonders für die Bergwerke sehr wichtige Anwendung des Drahtes ist die Verfertigung der Drahtseile, welche aus Eisendrähten ebenso gebildet werden, wie die gewöhnlichen Taue aus Hanffäden, und gegen die Hanfseile und eisernen Ketten, an deren Stelle sie bei der Erzförderung jetzt ziemlich allgemein getreten sind, sowohl vermehrte Sicherheit, als bedeutende Kostenersparniss gewähren.

Eigenschaften des Stabeisens.

Das Stabeisen, Frischeisen, Schmiedeeisen, geschmeidige Eisen ist ein Aggregat von Fasern, welche nach Fuchs durch Aneinanderreihung von höchst kleinen Krystallen gebildet sind. Durch starke Erschütterungen, Stösse etc. wird der Zusammenhang zwischen den kleinsten Theilchen aufgehoben und die fasrige Textur geht in die körnige über. Es ist von hellgrauer Farbe, körnigem oder zackigem Bruche; sein specifisches Gewicht ist von 7,30—7,91. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 0,24—0,84 pCt., von welchem nur Spuren von Kohlenstoff mechanisch beigemengt sind.

Die chemische Untersuchung einiger Stabeisensorten gab folgende Resultate: 1. Englisches Stabeisen aus Süd-Wales; 2. Weiches Stabeisen von Mägdesprung am Harz; 3. Schwedisches Dannemora-Eisen.

	1.	2.	3.
Eisen	98,904	98,963	98,775
Kohlenstoff	0,411	0,400	0,843
Silicium	0,084	0,014	0,118
Mangan	0,043	0,303	0,054
Kupfer	—	0,320	0,068
Phosphor	0,401	—	—

Es ist eigenthümlich für das Schmiedeeisen, dass es im glühenden Zustande in kaltes Wasser getaucht, nicht spröde wird und noch schmiedbar ist. Es ist weit weicher als das weisse und hellgraue Gusseisen, und lässt sich leicht feilen, mit Meissel, Hobelmaschine etc. bearbeiten. Das Schmiedeeisen schmilzt weit schwerer als das Roheisen; in der Weissglühhitze wird es weich, so dass zwei Stücke durch Hammerschläge zu einem einzigen vereinigt werden können. Diese Eigenschaft, welche man die Schweissbarkeit nennt, theilt das Eisen mit dem Platin, Palladium, Kalium und Natrium. — Das durch die Herdfrischung oder durch Puddeln erhaltene Stabeisen ist mehr oder weniger mit fremden Substanzen verunreinigt. Wenn es Schwefel, Arsenik oder Kupfer enthält, so zerbröckelt es, wenn es rothglühend gehämmert wird, man nennt dann das Eisen rothbrüchig; durch Silicium wird das Eisen hart und mürbe (faulbrüchig), durch Phosphor kaltbrüchig, d. h. es lässt sich zwar glühend verarbeiten, bricht aber beim Erkalten schon beim Biegen. Calcium macht das Stabeisen hadrig, d. h. es hört auf, schweissbar zu sein.

Der Stahl.

Stahl.

Der Stahl unterscheidet sich vom Roh- und Stabeisen durch seinen Kohlenstoffgehalt, vom Roheisen durch seine Schweissbarkeit, vom Stabeisen durch seine Schmelzbarkeit. In Bezug auf den Kohlenstoffgehalt liegt er in der Mitte zwischen Roheisen und Stabeisen. Ob der Stickstoffgehalt, der neuerdings in vielen Stahlsorten wahrgenommen worden ist, wesentlich ist für den Begriff Stahl, lässt

sich nach dem gegenwärtigen Stande der Frage über die Constitution des Stahls nicht mit Bestimmtheit beantworten. Man kann den Stahl gewinnen (wenn man von dessen directer Darstellung aus den Eisenerzen nach dem Verfahren von Chenot absieht):

a) durch theilweise Entkohlung von Roheisen;

b) durch Hinzufügung von Kohlenstoff zu Stabeisen;

c) durch directes Zusammenschmelzen von Roheisen und Stabeisen.

Früher erhielt man den Stahl auch zuweilen direct aus den Eisenerzen und nannte das so erhaltene Produkt Wolfsstahl, wenn er durch Verschmelzen der Erze in Herden erhalten worden war, und Osemund- oder Blasestahl, wenn der Stahl in Blau- oder Blasöfen dargestellt worden war. Das vor einigen Jahren aufgetauchte Verfahren der directen Stahlbereitung von Chenot, nach welchem die Eisenerze durch reducirende Gase zu Eisenschwamm reducirt werden, welcher dann in Oel getaucht und geglüht wird, ist in der That keine directe Stahlbildung, sondern nur Erzeugung von Stahl durch Kohlung von Stabeisen.

Je nach der Darstellungsweise unterscheidet man nachstehende verschiedene Stahlsorten:

Roh- oder Schmelzstahl.

I. Der Roh- oder Schmelzstahl, durch theilweise Entkohlung des Roheisens erhalten, kann entweder sein:

1) nach der deutschen Frischmethode erblasen (Rohstahl, Frischstahl, der durch Gerben in den gegerbten Rohstahl oder Gerbstahl übergeht);

2) durch den Puddelprocess erhalten (Puddelstahl),

3) durch Eintreiben von Luft in das geschmolzene Roheisen dargestellt (Bessemerstahl).

1) Roh- oder Frischstahl (Schmelzstahl, natürlicher Stahl, Mock); zu seiner Darstellung dient hauptsächlich ein aus Spatheisenstein erblasenes Roheisen (Rohstahleisen), welches in Steiermark, Kärnten, Krain und Tyrol, ferner im Thüringerwalde (Schmalkalden und Suhl) und endlich in den preussischen Regierungsbezirken Arnsberg und Coblenz (im Siegenschen) in grossen Quantitäten als Spiegeleisen und luckiges und blumiges Floss, grösstentheils mit Holzkohlen, zum Theil auch mit Koks erblasen wird. Aus gewöhnlichem grauen Roheisen kann man zwar auch Rohstahl darstellen, er ist jedoch von geringerer Qualität. Das Rohstahlfeuer hat im Wesentlichen die Einrichtung eines Frischfeuers, doch unterscheidet sich das Stahlfrischen vom Eisenfrischen dadurch, dass man das Garwerden des Roheisens durch Behandeln unter dem Winde zu bewirken sucht, während das Roheisen beim Eisenfrischen stets vor oder über dem Winde gehalten werden muss. Dadurch wird der Kohlenstoff nur allmählich verbrannt und der Arbeiter hat es in seiner Gewalt, den Process in dem Augenblick zu unterbrechen, wo der Stahl gar ist.

2) Puddelstahl. Ein allgemein anerkannter Fortschritt in der Stahlfabrikation ist dadurch eingetreten, dass man aus sehr verschiedenen Sorten von Roheisen durch den Puddelprocess mit Steinkohlen Puddelstahl erzeugt, welcher bei einem sehr billigen Preise zu Bandagen für Locomotiv- und Eisenbahnwagenräder und andere grössere und schwerere Gegenstände verwendet wird. Besonders wichtig ist der Puddelstahl als Material für die Gussstahlfabrikation.

Der steirische und kärntnische Schmelzstahl ist zwar weit theurer als der Puddelstahl, zu einzelnen bestimmten Zwecken aber auch unersetzbar wie zu Schneidewaaren, Klingen, Sägen, Federn, Feilen. Im Allgemeinen verwendet man den Puddelstahl immer mehr und mehr zu Zwecken, zu denen man sonst Holzkohlenstabeisen gebrauchte.

3) Bessemerstahl. Der englische Techniker Bessemer (1855) geht von der Ansicht aus, dass der Kohlenstoff des Roheisens, wenn derselbe mit dem Sauerstoff der Luft in der Weissglühhitze zusammenkommt, sich mit diesem verbindet, wodurch das Roheisen je nach der Dauer der Einwirkung der Luft in Stab-

eisen oder in Stahl übergeht. Nach vielen fruchtlosen Versuchen ist das neue Verfahren der Stahlbereitung in das Stadium der Realisation gelangt, so dass seine industrielle Ausführbarkeit nicht mehr bezweifelt werden kann.

Man bedient sich bei der Bereitung des Bessemerstahles eines kleinen, einige Fuss hohen Schachtofens, in welchem einige Zoll über dem Boden, durch fünf, aus feuerfestem Thon bestehende, $^3/_8$ Zoll weite Formen stark gepresster Wind eingeführt werden kann. Auf der halben Höhe des Ofens ist eine Oeffnung angebracht, durch welche flüssiges Roheisen aus dem Hohofen eingeleitet werden kann; auf der entgegengesetzten Seite befindet sich am Boden eine mit Lehm verschlossene Oeffnung, durch welche der Stahl abgestochen werden kann. Sobald der Wind eingelassen und der Ofen etwa zur Hälfte mit flüssigem Roheisen angefüllt worden ist, entsteht heftiges Aufkochen des Metalles mit Flammen und Funkensprühen (was darauf zu beruhen scheint, dass unvollständig entkohltes Eisen und mit fein eingemengtem Oxyd beladenes Eisen durch einander geschüttelt werden). Je nach der Dauer der Einwirkung (10—25 Minuten) bildet sich Stahl oder Stabeisen. Die Ausstellung des Jahres 1862 in London hat zur Genüge gezeigt, wie weit man es in der Verarbeitung des Bessemerstahles in Sheffield bereits gebracht.

An den Bessemerstahl schliesst sich der vom k. k. Artilleriemajor Uchatius im Jahre 1856 dargestellte Uchatiusstahl an, der direct aus dem Roheisen dargestellt wird, indem man granulirtes, aus Magneteisenstein erblasenes Roheisen mit Spatheisensteinpulver beschickt und die Beschickung im Graphittiegel schmilzt und den erhaltenen Stahl in Zaine giesst. Den Tunner'schen Glühstahl oder hämmerbares Gusseisen erhält man durch Glühen von weissem Roheisen mit sauerstoffabgebenden Körpern (Eisenoxyd, Braunstein, Zinkoxyd).

Cement- oder Brennstahl.

II. Die zweite Hauptstahlart ist der Cement- oder Brennstahl, welcher durch anhaltendes Glühen von Stabeisen mit kohlehaltigen Substanzen, die zugleich Stickstoff enthalten, dargestellt wird. Um einen guten Cementstahl zu erzeugen, ist es nothwendig, gutes Stabeisen anzuwenden, wie es Schweden (namentlich Dannemora) und der Ural liefert. Das schwedische Eisen gelangt in grosser Menge nach Frankreich und England, um dort in Cementstahl übergeführt zu werden, da das englische Eisen und selbst das beste nur zu gewöhnlichen Stahlsorten zu verwenden ist. Der Cementstahl (und neuerdings auch der Bessemerstahl) sind das Hauptmaterial der englischen Gussstahlfabrikation, die ihren Sitz in Sheffield hat.

Das Verfahren bei der Cementstahlfabrikation ist folgendes: Die Eisenstäbe werden schichtenweise mit dem kohlehaltigen Pulver (Cementirpulver) in thönerne Kästen eingelegt, diese werden luftdicht verschlossen. Zwei solche Kästen sind in einem Ofen angebracht, der mit Steinkohlen, selten mit Holz gefeuert wird und 6 Tage in der Rothglut bleibt, worauf man ihn erkalten lässt und die in Stahl verwandelten Stäbe herausnimmt. Ein Ofen enthält 300—350 Ctr. Eisen. Die Cementirpulver müssen die zur Bildung von Cyanalkalien nöthigen Bedingungen oder bereits fertig gebildetes Cyanmetall wie z. B. Cyanbarium enthalten, da, wie aus neueren Untersuchungen hervorzugehen scheint, das Cyan (C_2 N) als Träger des Kohlenstoffes bei der Cementstahlbildung angesehen werden muss. Der durch Cementiren erhaltene Rohstahl ist nach der Operation brüchig und auf seiner Oberfläche gewöhnlich blasig (daher sein Name Blasenstahl).

Gerbstahl.

Sowohl der Roh- als auch der Cementstahl sind sehr ungleichartig und lassen sich daher nicht direct verarbeiten, sondern müssen vorher durch Gerben oder Raffiniren homogen gemacht werden. Das Gerben geschieht dadurch, dass man die rohen Stäbe zu dünnen flachen Stäben ausreckt, diese rothglühend in kaltes Wasser wirft, mehrere davon zu einem Bündel (eine Zange oder Garbe) zusammenlegt, weissglühend macht und dann wieder unter dem Hammer oder zwischen Walzen ausreckt.

Der Gerbstahl führt, weil er auch zu Tuch- und Schafscheeren verwendet wird, den Namen Scheerenstahl. Das Gerben eignet sich besser für den Rohstahl als für den Cementstahl, bei dessen Raffination das Umschmelzen geeigneter ist.

Gussstahl. Der **Gussstahl**, welcher in der modernen Industrie zur Darstellung von Kanonen, Glocken, Eisenbahn-Radreifen (Bandagen, Tyres), Achsen für Locomotiven und Schiffe, Anker, Gewehrläufe, Pumpenstangen und als Werkzeugstahl eine so wichtige Verwendung gefunden, wird durch Umschmelzen von Rohstahl (Frischstahl und Puddelstahl) oder Cementstahl dargestellt. Durch zweckmässige Auswahl des einzuschmelzenden Materiales lässt sich jede gewünschte Beschaffenheit des Gussstahles erlangen.

Das Schmelzen des Stahles geschieht in feuerfesten Tiegeln, entweder bei Glühfeuer von Koks, oder mittels Steinkohlenflammenfeuer in nach Art der Glasöfen construirten Flammengefässöfen. Der geschmolzene Stahl wird in eiserne Barrenformen gegossen. Nach dem Erkalten werden die Stahlbarren wieder glühend gemacht und unter Hämmern oder zwischen Walzen ausgereckt; das so bearbeitete Metall heisst alsdann **raffinirter Gussstahl**. Derselbe ist weit vorzüglicher als Stahl aus demselben Eisen, das aber durch Gerben von rohem Cementstahl bereitet wurde.

In Preussen hat sich die Gussstahlfabrikation hauptsächlich auf das Ruhrsteinkohlenbecken concentrirt; und die bedeutendste Fabrik dort und wohl überhaupt Europas ist die von Fr. **Krupp** in Essen, deren Hauptmaterial Puddelstahl ist. Bei der Vollkommenheit des Gussstahles und der Möglichkeit dieses in Beziehung auf Festigkeit, Zähigkeit, Elasticität und Härte beste aller Materialien durch Giessen in die gewünschte Form bringen zu können, ist der Anwendung des Gussstahles ein grosses Feld geöffnet und der Maschinenconstruction ein weites unschätzbares Mittel geboten.

Stahl aus Schmiedeeisen und Roheisen. III. Eine dritte Stahlsorte ist die durch Zusammenschmelzen von Roheisen (Spiegeleisen) und Schmiedeeisen dargestellte. Die Zähigkeit, Härte und Schweissbarkeit des so erhaltenen Stahles sind von der Quantität des zugesetzten Schmiedeeisens abhängig.

Verstählen. Oftmals ist es zu gewissen technischen Zwecken hinreichend, weiches Eisen nur auf seiner Oberfläche in Stahl zu verwandeln. Man nennt diese Operation die **Verstählung** oder die **Einsatzhärtung**; sie wird ausgeführt, indem man den zu verstählenden Gegenstand auf der Oberfläche mittelst Smirgel reinigt, ihn mit einem kohlehaltigen Cementpulver (vergl. Seite 27) einschichtet und in einem gewöhnlichen Windofen ohne Gebläse glüht. An der Oberfläche verwandelt man das Eisen in Stahl, indem man dasselbe im glühenden Zustande mit Blutlaugensalzpulver oder mit Boraxpulver (nach **Payen**) überstreut.

Eigenschaften des Stahls. Stahl ist von graulich-weisser Farbe, starkem Glanz, körnigem und gleichartigem Bruche. Die körnig zackige Textur des Stahles ist charakteristisch; guter weicher Stahl zeigt nie die grobkörnige Textur des grauen Roheisens, noch das Sehnige des Schmiedeeisens. Gehärteter Stahl gleicht auf seiner Bruchfläche dem feinsten Silber und die Körner sind kaum mit unbewaffnetem Auge zu unterscheiden. Er lässt sich, gleich dem Schmiedeeisen, im glühenden Zustande schneiden und schweissen; nur ist er dabei vorsichtiger zu behandeln, um eine Entkohlung zu vermeiden. Er ist ferner schmelzbar wie das Gusseisen und vereinigt deshalb die Vorzüge desselben mit denen des Schmiedeeisens. Durch Eintauchen von weichem Stahl in verdünnte Salzsäure oder Salpetersäure wird die Textur desselben blossgelegt, welches Mittel zur Beurtheilung und Vergleichung der Qualität des Stahles anwendbar ist. — Sein specifisches Gewicht variirt zwischen 7,62 — 7,81. Der Kohlenstoffgehalt differirt von 0,9 — 1,9 pCt. Durch den grösseren Gehalt an Kohlenstoff nimmt die Festigkeit und Härte des Stahls zu. Die sich als Elasticität äussernde Biegsamkeit, welche guter Stahl im hohen Grade besitzt, nimmt mit der Härte ab. Im glühenden Zustande abgelöscht, gewinnt der Stahl an Härte und Sprödigkeit, so dass er Glas ritzt und der Feile widersteht. Ein polirtes Stahlstück nimmt bei allmäligem Erhitzen nach und nach verschiedene Farben (Anlauffarben) an. Durch das

Erhitzen des Stahls bildet sich nämlich auf der Oberfläche desselben eine dünne Oxydschicht, welche die Farben dünner Schichten zeigt, die wir an den Seifenblasen und dann bemerken, wenn wir einen Tropfen Oel auf Wasser giessen; die wir ferner bei der Metallochromie wahrzunehmen Gelegenheit haben. Man nennt diese Operation, welche das farbige Anlaufen des Stahles zum Zwecke hat, das Anlassen (Nachlassen, Adouciren, Tempern). Zur richtigen Beurtheilung der Temperatur und des davon abhängigen Härtegrades bedient man sich der Anlauffarben. Da es ziemlich schwierig ist, ein Stahlstück gleichmässig zu erwärmen, so bedient man sich zuweilen zu diesem Zwecke der Metallbäder. Man benutzt verschiedene Legirungen von Zinn und Blei, die man bis auf ihren Schmelzpunkt erhitzt. In das geschmolzene Metall wird der glasharte Stahl so lange eingetaucht, bis er die Temperatur des Metallbades angenommen hat. Folgende Tabelle giebt die Zusammensetzung der Metallbäder, wie sie für das Anlassen schneidender Stahlinstrumente durch Erfahrung am zweckmässigsten befunden worden ist:

Anlassen des Stahls.

Name des Instrumentes.	Metallbad.		Schmelzpunkt.	Anlauffarbe.
	Pb.	Sn.		
Lanzetten	7	4	216°	Kaum blassgelb.
Rasirmesser	8	4	228°	Blassgelb bis strohgelb.
Federmesser	$8^1/_2$	4	232°	Strohgelb.
Scheeren	14	4	254°	Braun.
Aexte, Hobeleisen, Taschenmesser	19	4	265°	Purpurfarbig.
Klingen, Uhrfedern	48	4	288°	Hellblau.
Dolche, Bohrer, feine Sägen	50	2	292°	Dunkelblau.
Hand-, Stichsägen	in kochendem Leinöl		322°	Schwarzblau.

Je niedriger man den Stahl erhitzt, um so härter, aber auch um so spröder bleibt er. Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass noch andere Substanzen als Kohle, Eisen in Stahl umzuwandeln vermögen; das Härten des Eisens mittelst Borax deutet darauf hin, dass der Kohlenstoff durch das der Kohlenstoffgruppe angehörige Bor, vielleicht auch durch Silicium (als Siliciumgraphit) ersetzt werden könne. Ferner ist es ausser allem Zweifel, dass ausser dem Kohlenstoff Beimengungen anderer Metalle dem Stahl vorzügliche Eigenschaften ertheilen können, so verdankt der Wolframstahl, welcher seit einigen Jahren, namentlich in Steiermark, erzeugt wird, seine vorzüglichen Eigenschaften, die in besonderer Festigkeit bestehen, dem Vorhandensein von kleinen Mengen Wolfram. Eine berühmte Sorte des Stahls ist der Damascenerstahl, der zur Herstellung der Damascenerklingen dient, zu welchem jedoch das Rohmaterial aus Kabul in Afghanistan bezogen wird, besitzt er die Eigenschaft, wenn seine Oberfläche mit Säuren geätzt wird, ungleichförmige Adern (Damascirung) zu zeigen; auch durch Umschmelzen verliert er diese Eigenschaft nicht. Man hat sie durch die Annahme zu erklären gesucht, dass der Kohlenstoff mit dem Eisen in verschiedener Weise verbunden sei, und dass diese verschiedenen Kohlenstoffverbindungen je nach ihrer grösseren oder geringeren Neigung zu krystallisiren sich trennen. Dieser Stahl (auch Wootz genannt) wird in Ostindien von den Eingebornen dargestellt, indem das nach einem sehr unvollkommenen Processe dargestellte Roheisen in zerhacktem Zustande mit 10 pCt. zerschnittenem Holze der *Cassia auriculata* gemengt, das Gemenge in Schmelztiegel gebracht und darin mit Blättern der *Asclepias gigantea* bedeckt wird; die Tiegel werden mit

Stahl mit andern Metallen.

Damascenerstahl.

feuchtem Thon verstrichen und in einem Ofen bei möglichst niederer Temperatur ungefähr $2^1/_2$ Stunde lang erhitzt. Der erhaltene aluminiumhaltige Stahl wird vor dem Ausschmieden nochmals erhitzt.

Als Beispiel der Zusammensetzung einiger Stahlsorten seien folgende Analysen angeführt:

		1.	2.	3.	4.	5.	6.
Eisen		97,91	98,154	98,602	98,75	99,01	98,12
Kohlenstoff	$C\alpha$	1,69	1,730	1,380	1,02	0,41	1,87
	$C\beta$		0,010	Spur	0,15	0,08	
Silicium		0,03	0,203	0,006	0,04	—	0,10
Schwefel		Spur	0,003	—	—	—	—
Phosphor		—	—	Spur	—	—	—
Mangan		—	—	0,012	—	—	—
Kupfer		0,37	—	—	—	—	—
		100,00	100,000	100,000	100,00	100,00	100,00

1. Raffinirter Gerbstahl von Siegen. 2. Gussstahl von Schmalkalden. 3. Puddelstahl. 4. Russische Gussstahlkanone. 5. Cementstahl von Elberfeld. 6. Englischer Cementstahl.

Stahlstich. Zum Graviren und Aetzen von Stahl (Siderographie) benutzt man Platten aus Gussstahl, entkohlt sie auf der Oberfläche, um sie zum Graviren geeignet zu machen und verwandelt sie nach dem Graviren wieder in Stahl. Eine solche Platte dient als Matrize, um mittelst derselben Patrizen anzufertigen, die zur beliebigen Uebertragung des Stiches auf andere Platten benutzt werden. Zur Anfertigung der Patrizen dient eine Walze aus Gussstahl, die eine so grosse Oberfläche besitzen muss, dass diese die Platte gerade bedeckt. Die Walze wird auf der Oberfläche entkohlt und sodann gegen die Matrize gepresst, so dass die Zeichnung erhaben auf der Patrize zum Vorschein kommt. Die Patrize wird darauf gehärtet und kann nun benutzt werden, um auf Kupfer oder weich gemachte Stahlplatten die Zeichnung zu übertragen. Anstatt des Gravirens der Platten wendet man auch das Aetzen an, zeichnet wie gewöhnlich und ätzt sodann die Zeichnung in den Stahl mittelst einer Aetzflüssigkeit ein; als solche benutzt man Salpetersäure, oder salpetersaures Silberoxyd oder schwefelsaures Kupferoxyd. Eine vorzügliche Aetzflüssigkeit ist eine Auflösung von 2 Th. Jod und 5 Th. Jodkalium in 40 Theilen Wasser.

Das Blutlaugensalz und Berliner Blau.

Blutlaugensalz. Gelbes Blutlaugensalz, Ferrocyankalium, Kaliumeisencyanür, blausaures Eisenoxydul-Kali oder Blausalz ist ein in technischer Beziehung überaus wichtiger Körper. Das Blutlaugensalz krystallisirt in grossen, blass citronengelben Prismen, die luftbeständig sind, bitterlich süss schmecken, sich in 4 Th. kaltem und 2 Th. siedendem Wasser, aber nicht in Alkohol lösen.

Es besteht in 100 Theilen aus:

37,03 Kalium,
17,04 Kohlenstoff } Cyan,
19,89 Stickstoff }
13,25 Eisen,
12,79 Wasser,

und wird betrachtet entweder als eine Verbindung von Ferrocyan ($Fe, 3\ C_2 = Cfy$) mit Kalium und Wasser: $Cfy, 2\ K + 3\ HO$, oder als eine Verbindung von Eisencyanür ($FeC_2N = FeCy$) mit Cyankalium und Wasser: $FeCy + 2\ KCy + 3\ HO$. Bei der Temperatur des siedenden Wassers verlieren die Krystalle ihr Wasser.

Im Grossen stellt man das Blutlaugensalz dar, indem man stickstoffhaltige Kohle, wie die aus Horn, Blut, Klauen, Wollstaub, Lederabschnitten, mit Potasche in eisernen Gefässen zusammenschmilzt. Man nimmt entweder auf 100 Th. Potasche 75 Th. einer solchen Kohle, oder nach Runge auf 100 Th. Potasche 400 Th. Hornkohle und 10 Th. Eisenfeile. Das Schmelzen geschieht entweder in bedeckten Tiegeln oder in ovalen, flachen Kesseln in Flammenöfen unter bisweiligem Umrühren, bis die anfänglich stark schäumende Masse ruhig fliesst; die erhaltene schwarze Masse, die sogenannte Schmelze, wird mit siedendem Wasser ausgezogen. Die Flüssigkeit heisst die Rohlauge oder Blutlauge. Aus ihr krystallisirt beim Erkalten Blutlaugensalz heraus, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird.

Die Theorie der Bildung des Blutlaugensalzes ist folgende: Es treten kohlensaures Kali, schwefelsaures Kali, stickstoffhaltige Kohle und Eisen in Wechselwirkung. Durch die Einwirkung der Kohle entsteht Kalium und Schwefelkalium. Letzteres giebt seinen Schwefel an das Eisen ab und bildet Schwefeleisen, während zugleich der Stickstoff der Kohle durch Veranlassung des Kaliums mit dem Kohlenstoff Cyan bildet, welches mit dem Kalium zu Cyankalium zusammentritt. Beim Auslaugen der Schmelze mit Wasser zersetzen sich Cyankalium und Schwefeleisen gegenseitig, wodurch Blutlaugensalz und Schwefelkalium entsteht, welches aufgelöst in der Mutterlauge zurückbleibt. v. Liebig hat nachgewiesen, dass in der Schmelze nur Cyankalium und das Eisen, nicht aber Blutlaugensalz enthalten ist. Erst durch Behandeln der Schmelze mit Wasser oder durch die Einwirkung von feuchter Luft erzeugt sich Blutlaugensalz. Häufig setzt man bei dem Schmelzprocesse Leder, getrocknetes Blut etc. unverkohlt zu, was den Vortheil hat, dass das sich entwickelnde Ammoniak die Bildung von Cyankalium veranlasst. Man hat auch versucht durch die Einwirkung von Ammoniak auf glühendes kohlensaures Kali, so wie unter Mitwirkung des Stickstoffs der atmosphärischen Luft Cyankalium zu erzeugen. Letztere Methode besteht darin, dass man mit 30 pCt. kohlensaurem Kali getränkte, gepulverte Holzkohle in stehenden, weiten, thönernen Cylindern 10 Stunden lang in der Weissglühhitze erhält und Luft durchleitet. Die durchgeglühte Kohle wird mit gepulvertem Spatheisenstein gemengt und ausgelaugt. Es hat indessen nicht den Anschein, als ob dieses neue Verfahren für jetzt das ältere zu verdrängen geeignet wäre.

Mehr Aussicht auf Erfolg hat die Darstellung von Cyanbarium mit Hülfe des atmosphärischen Stickstoffes, da der Baryt erfahrungsmässig weit leichter als das Kali Kohlenstoff und Stickstoff zu Cyan vereinigt, und die Ueberführung des Cyanbariums in Blutlaugensalz.

Anwendung des gelben Blutlaugensalzes. Das gelbe Blutlaugensalz dient in der Technik zur Darstellung des rothen Blutlaugensalzes, des Berliner Blaues, des Cyankaliums, in der Färberei zur Erzeugung von Blau und Braunroth, so wie zur oberflächlichen Umwandelung des Eisens in Stahl (Einsatzhärtung). In der neueren Zeit ist es auch zur Fabrikation von Schiesspulver empfohlen worden.

Rothes Blutlaugensalz. Das rothe Blutlaugensalz, Ferridcyankalium, Kaliumeisencyanid oder Gmelins Salz ist ein ebenfalls in der Färberei häufig angewendeter Körper. Dieses Salz krystallisirt in wasserfreien, schönen, rothen Säulen, die sich in 4 Th. Wasser lösen.

Es besteht in 100 Theilen aus:

35,58 Kalium,
21,63 Kohlenstoff } Cyan,
25,54 Stickstoff }
17,29 Eisen,

und wird betrachtet entweder als eine Verbindung von Ferridcyan ($2 Fe + 6 C_2N = 2 Cfy$) mit Kalium: 2 Cfy, 3 K, oder als eine Verbindung von Eisencyanid ($2 Fe, 3 C_2N = Fe_2 Cy_3$) mit Cyankalium: $Fe_2 Cy_3 + 3 K Cy$.

Man stellt es dar, indem man entweder durch eine Lösung des gelben Blutlaugensalzes Chlorgas leitet, bis Eisenoxyd nicht mehr gefällt wird, und die Lösung zum Krystallisiren abdampft; oder auf trockenem Wege, indem man fein zerriebenes gelbes Blutlaugensalz der Wirkung von Chlorgas aussetzt, wobei es häufig umgerührt, oder in einem Fasse, welches sich langsam um seine Achse dreht, und in welches man das Chlorgas einleitet, bewegt werden muss. Sobald man bemerkt, dass das Chlor unabsorbirt durch die Masse hindurchgeht, muss die Operation unterbrochen, und das Pulver der Wirkung des Chlors entzogen werden. Man löst dann in möglichst wenig Wasser; rothes Blutlaugensalz krystallisirt heraus, während Chlorkalium gelöst bleibt:

$$\underbrace{2\,(2\,K\,Cy + Fe\,Cy)}_{\text{Gelbes Blutlaugensalz}} + Cl = ClK + \underbrace{(Fe_2\,Cy_3 + 3\,K\,Cy)}_{\text{Rothes Blutlaugensalz}}$$

Das rothe Blutlaugensalz dient hauptsächlich zum Blaufärben von Wollstoffen und (mit Natron- oder Kalilauge gemischt) als Aetzmittel (Mercer's Liquor) in der Kattundruckerei.

Cyankalium. Das Cyankalium oder blausaure Kali (KCy) findet in der galvanischen Vergoldung und als Reductionsmittel vielfache Anwendung. Es steht zu erwarten, dass diese Verbindung bald im Grossen und billiger dargestellt werden wird, um eine ausgedehntere Anwendung zu erlangen. Man erhält es, indem man getrocknetes Blutlaugensalz in einem Porcellantiegel erhitzt, so lange noch Stickstoffgas entweicht. Am Boden des Tiegels sondert sich Kohleneisen ab, während das darüber stehende Cyankalium abgegossen wird ($2 CyK, Fe Cy = 2 KCy + Fe C_2 + N$). Aus 10 Th. Blutlaugensalz erhält man 7 Th. Cyankalium. Dass Cyankalium als Hochofenprodukt sich bildet, ist Seite 13 angegeben worden. Nach Liebig's Methode erhitzt man ein Aeq. Blutlaugensalz mit einem Aeq. kohlensaurem Kali. Zehn Theile Blutlaugensalz geben nach diesem Verfahren 8,8 Th. Cyankalium, das mit 2,2 Th. cyansaurem Kali gemengt ist. Für technische Zwecke ist ein Gemenge von Cyankalium mit Cyannatrium (Cyansalz genannt) bedeutend wohlfeiler. Man stellt es dar, indem man 8 Th. trocknes gelbes Blutlaugensalz mit 2 Th. trockenem kohlensaurem Natron zusammenschmilzt. Die Masse schmilzt sehr bald und das Eisen des Blutlaugensalzes sondert sich vollständig und leicht von der dünnflüssigen Masse ab. Das so dargestellte Cyansalz wird an der Luft minder leicht zersetzt als das Cyankalium und lässt sich bei weit niedrigerer Temperatur darstellen.

Nitroprussidnatrium. Das Nitroprussidnatrium, eine von Playfair zuerst dargestellte Verbindung, die man erhält, indem man Salpetersäure in der Wärme auf gelbes Blutlaugensalz einwirken lässt, bildet rubinrothe Krystalle, deren Lösung mit löslichen Schwefelmetallen eine prächtig purpurrothe Flüssigkeit bildet.

Berliner Blau. Berliner Blau, Pariser Blau, Eisencyanürcyanid. Man unterscheidet drei verschiedene Sorten Berlinerblau, die sich von einander durch ihre Bereitungsweise und ihre Zusammensetzung unterscheiden, nämlich das neutrale, das basische Berlinerblau und ein Gemisch von beiden.

Das neutrale Berlinerblau (Pariserblau, Erlangerblau, Hamburgerblau) wird erhalten, indem man eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz in eine Lösung von Eisenchlorid oder in die eines Eisenoxydsalzes giesst. Es bildet sich ein prächtig blauer, sehr voluminöser Niederschlag, welcher sich nur schwierig auswaschen

lässt und stets eine gewisse Menge gelbes Blutlaugensalz enthält, das durch Auswaschen nicht entfernt werden kann.

Das basische Berlinerblau entsteht durch Fällen von gelbem Blutlaugensalz mit Eisenoxydullösung, wodurch ein weisser Niederschlag von Eisencyanür sich bildet, welcher an der Luft oder durch oxydirende Agentien blau wird, indem ein Theil des Eisens sich oxydirt, wodurch ein anderer Theil Eisencyanür jenes Cyan aufnimmt und dadurch in Cyanid übergeht, welches sich mit dem übrig gebliebenen Cyanür zu Berlinerblau vereinigt, welchem Eisenoxyd beigemischt ist. Man giebt an, das basische Berlinerblau unterscheide sich von dem neutralen dadurch, dass es im Wasser löslich sei. Diess ist insofern nicht richtig, als die Löslichkeit dieser Verbindung durch einen Gehalt an Blutlaugensalz bedingt ist.

Da man im Fabrikbetriebe aber weder reines Eisenoxydul- noch ein reines Eisenoxydsalz anwendet, sondern immer ein oxydhaltiges Eisenoxydulsalz, so besteht der Niederschlag anfangs immer aus einem Gemenge von neutralem Berlinerblau mit weissem Eisencyanür, welches später in basisches Berlinerblau übergeht. Das Berlinerblau des Handels ist daher immer ein Gemisch von neutralem mit basischem Berlinerblau in wechselnden Verhältnissen.

Als Eisenoxydulsalz wendet man allgemein Eisenvitriollösung an, die durchaus frei von Kupfer sein muss, indem Kupfersalze mit Blutlaugensalz einen chocoladebraunen Niederschlag geben.

Nach dem älteren Verfahren löst man den Eisenvitriol und den Alaun in siedendem Regen- oder Flusswasser, klärt die Flüssigkeit durch Decantiren und schüttet sie noch heiss unter beständigem Umrühren in die heisse Blutlauge, so lange als noch ein Niederschlag erfolgt. Man zieht die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit ab und ersetzt sie durch frisches Wasser, lässt wieder absetzen und fährt damit fort, bis alles schwefelsaure Kali entfernt ist. Man bringt nun den Niederschlag auf Seihetücher zum Abtropfen und unterwirft ihn dann der Anfeuerung. Zu diesem Zwecke erhitzt man den im Wasser suspendirten Niederschlag bis zum Sieden, setzt dann Salpetersäure hinzu, kocht noch einige Minuten, entleert das Ganze in einen Bottich und setzt englische Schwefelsäure hinzu. Nach Verlauf von einigen Tagen wird der unterdessen blau gewordene Niederschlag ausgewaschen, an der Luft etwas getrocknet, ausgepresst, in kleine länglich viereckige Stückchen zerschnitten, in schwach geheizten Trockenkammern getrocknet und zuletzt in einem bis auf etwa 80° geheizten Raume getrocknet. Da sich das Berlinerblau nach dem Austrocknen nur mit grosser Schwierigkeit in den Zustand feinster Zertheilung zurückführen lässt, den es frisch gefällt hatte, so bringt man es auch als Teig (*en pâte*) in den Handel.

Die dem Berlinerblau beigemengte Thonerde hat sich aufs innigste mit dem Blau gemischt und vergrössert so die Quantität, ohne die Intensität der Farbe zu beeinträchtigen. Sind dem Berlinerblau grössere Mengen Thonerde beigemengt, so wird seine Farbe natürlich lichter und es heisst dann Mineralblau, obgleich man unter dieser Benennung auch zu Pulver zerriebene Kupferlasur oder durch Fällung von salzsaurem oder salpetersaurem Kupferoxyd erzeugtes, mit Kalk verunreinigtes Kupferoxyd versteht. —

Nach neueren Angaben lässt sich das Berlinerblau auf folgende Weise am besten herstellen:

Erstes Verfahren. Es beruht auf der Anwendung des Chlors im Königswasser zur Zersetzung des weissen Niederschlages, in bekannter Weise aus Blutlaugensalz und Eisenvitriol dargestellt. Der Eisenvitriol muss möglichst oxydfrei sein. Es muss ferner die Blutlaugensalzlösung noch heiss niedergeschlagen werden, damit eine Oxydation des Nieder-

schlages und die dadurch herbeigeführte vorzeitige Bläuung desselben so viel als thunlich vermieden werde. Deshalb muss auch der weisse Niederschlag sogleich und zwar möglichst schnell abfiltrirt werden. Nur das durch oxydirende Einwirkung des Chlors, der Salpetersäure etc. auf den weissen Niederschlag entstandene Blau besitzt die erforderliche Intensität der Farbe, während der an der Luft blau gewordene Niederschlag, selbst wenn er durch Digestion mit Salzsäure von dem beigemengten Eisenoxydhydrat befreit wurde, stets eine wenig ausgiebige Farbe liefert. Das Auswaschen und Trocknen erfolgt wie gewöhnlich.

Zweites Verfahren. Hierbei geschieht das Anbläuen des weissen Niederschlages durch Eisenchlorid (oder schwefelsaures Eisenoxyd), welches dadurch zu Eisenchlorür (oder schwefelsaurem Eisenoxydul) reducirt wird, dass man darauf anstatt des Eisenvitriols zur Herstellung des weissen Niederschlages benutzt.

Das dritte vorgeschlagene Verfahren gründet sich darauf, dass das Anbläuen des weissen Niederschlages auch durch eine Auflösung von Manganchlorid (Mn_2Cl_3) zu bewirken ist. Das Vortheilhafte dieser Methode ist lediglich durch lokale Verhältnisse bedingt. Da der Handelswerth der Manganerze von ihrem Gehalte an Mangansuperoxyd abhängt, die gewöhnlichen Erze aber meistens ziemlich viel Manganoxyd beigemengt enthalten, das denselben durch Salzsäure in der Kälte entzogen werden kann, so liesse sich durch Digestion der Manganerze mit Salzsäure der Handelswerth derselben steigern und zu gleicher Zeit ein Anbläuungsmittel für die Fabrikation von Berlinerblau gewinnen.

Viertes Verfahren. Auch eine Auflösung von Chromsäure (gewöhnlich ein Gemisch von zweifach chromsaurem Kali mit Schwefelsäure) lässt sich zum Anbläuen des weissen Niederschlages anwenden, indessen ist auch diese Methode nur unter gewissen Bedingungen anzuempfehlen, da das sich bildende Chromoxydsalz in der Regel schwer zu verwerthen sein wird.

Turnbull's Blau.

Turnbull's Blau. Wird eine Lösung von rothem Blutlaugensalz mit einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul vermischt, deren Menge jedoch nicht zu vollständiger Zersetzung des rothen Blutlaugensalzes hinreicht, so erhält man den in England unter dem obigen Namen bekannten Niederschlag, der wesentlich aus $Fe_2 Cy_3 + 3 Fe Cy$ besteht, ausserdem auch noch chemisch gebundenes gelbes Blutlaugensalz enthält.

Es ist wiederholt vorgeschlagen worden, Berlinerblau aus den Nebenprodukten der Gasfabrikation aus Steinkohlen darzustellen, so aus dem ammoniakalischem Wasser und aus dem Kalk, womit das Steinkohlengas gereinigt worden ist. Dieses Gaskalk enthält nicht nur Cyancalcium und Cyanammonium, sondern auch ziemlich viel freies Ammoniak. Um letzteres besonders zu gewinnen, setzt man den Gaskalk Wasserdämpfen aus und leitet das sich entwickelnde Ammoniak in Schwefelsäure. Das Zurückbleibende wird mit Wasser ausgelaugt. Die Lauge enthält die Cyanverbindungen gelöst; aus ihr wird auf gewöhnliche Weise Berlinerblau erzeugt. Nach Versuchen von Krafft geben 1000 Kilogr. Gaskalk nach dem angegebenen Verfahren behandelt, 12 — 15 Kilogr. Berlinerblau und 15 — 20 Kilogr. Ammonialksalz.

Lösliches Berlinerblau.

Lösliches Berlinerblau. Da das gewöhnliche Berlinerblau seiner Unlöslichkeit im Wasser wegen nur als Deckfarbe Anwendung finden kann, das basische Berlinerblau aber nur bei Gegenwart von Blutlaugensalz sich löst, so ist die Entdeckung, dass reines Berlinerblau sich in Oxalsäure löse und in dieser Gestalt als Saftfarbe Anwendung finden könne, für die Farbentechnik von grosser Wichtigkeit. Nach dem von den Entdeckern angegebenen Verfahren soll man das Berlinerblau 1 — 2 Tage lang mit concentrirter Salzsäure, oder auch mit concentrirter Schwefelsäure, welche letztere nach dem Vermischen mit dem Berlinerblau mit einem gleichen Quantum Wasser verdünnt wird, digeriren, darauf die Säure beseitigen, das Berlinerblau vollständig auswaschen, trocknen und in Oxalsäure lösen. Das zweckmässigste Mengenverhältniss zur Darstellung einer haltbaren Lösung besteht in 8 Th. mit Schwefelsäure behandeltem Berlinerblau, 1 Th. Oxalsäure und 256 Th. Wasser.

Nach anderen Angaben erhält man in Wasser vollkommen und leicht lösliches Berlinerblau 1) durch Fällen einer wässerigen Lösung von Eisenjodür mit Blutlaugensalz, so dass letzteres jedoch im Ueberflusse bleibt, 2) durch Vermischen einer Lösung von Eisenchlorid in ätherhaltigem Weingeist mit wässeriger Blutlaugensalzlösung.

Reines Berlinerblau ist dunkelblau, hat einen kupferähnlichen Glanz und Strich, ist in Wasser und Alkohol unlöslich und wird durch alkalische Lösungen und concentrirte Säuren, sowie durch Erhitzen zersetzt. Je leichter und lockerer, um so besser ist es. Man verwendet es besonders in der Wassermalerei und als Leimfarbe, seltener in der Oelmalerei. Die vorzüglichste Anwendung findet das Berlinerblau in der Färberei für Wolle und Baumwolle und in der Zeugdruckerei. Das Verfahren, es auf Seide anzuwenden, heisst nach seinem Erfinder *Bleu-Raymond*.

Wie schon angeführt, enthält das Berlinerblau häufig Thonerde, den geringeren und helleren Sorten (dem Mineralblau) sind ausserdem Schwerspath und gefällter schwefelsaurer Baryt (Barytweiss), Kaolin, Zinkweiss und Magnesia beigemengt. Nach den Angaben von Pohl soll das Berlinerblau in neuerer Zeit mit Stärkekleister, der mit Jodtinctur gebläut ist, vermischt, im Handel vorkommen.

Das Kobalt.

(Co = 29,5.)

Metallisches Kobalt. Das Kobalt kommt in der Natur hauptsächlich als Speiskobalt Co As und als Glanzkobalt Co As + Co S_2 vor. Die gerösteten Kobalterze, welche von den Porcellan-, Glas- und Fayencefabrikanten gekauft werden, führen die Namen Safflor, Zaffer, Kobaltsafflor. In neuerer Zeit stellt man in Iserlohn nach einem noch nicht bekannten Verfahren metallisches Kobalt im Grossen dar. Es besitzt, wie die Barren lehren, welche Fleitmann 1862 in Lond n ausgestellt hatte, eine stahlgraue Farbe mit einem Stich ins Röthliche, hat lebhaften Metallglanz, lässt sich gut poliren, ist geschmeidig und dehnbar und übertrifft an Zähigkeit das Eisen. Sein spec. Gewicht ist 8,7.

Kobaltfarben. Je nach der Reinheit der gerösteten Kobalterze unterscheidet man ordinäre (OS), mittlere (MS) und feine (FS und FFS) Safflore. Sie bestehen wesentlich aus Kobaltoxyd, -oxydul, Arsen, Nickel, mit Spuren von Mangan-, Wismuthoxyd u. s. w. Die Safflore werden zur Darstellung der Kobaltfarben angewendet. In Schweden stellt man Safflor durch Fällen einer Lösung von schwefelsaurem Kobaltoxydul mit einer Lösung von kohlensaurem Kali dar. Man stellt aus dem Safflor dar: die Smalte, das Kobaltultramarin, das Coeruleum und das Rinmann'sche Grün, an welche sich das Kobaltgelb anschliesst.

Smalte. Es ist bekannt, dass Gläser durch Kobaltverbindungen blau gefärbt werden. Schmelzt man Zaffer (unreines Kobaltoxydul) mit Kieselerde und Kali zusammen, so erhält man ein intensiv blaues Glas, das im fein gemahlenen Zustande unter dem Namen Smalte oder blaue Farbe bekannt ist. Der Erfinder derselben ist der böhmische Glasmacher Christoph Schürer, welcher in der Mitte des 16. Jahrhunderts lebte. Er verkaufte sein Geheimniss den Engländern, welche Farbemühlen anlegten und das Kobalt aus Sachsen kommen liessen. Zu gleicher Zeit entstanden in Böhmen 11 Farbemühlen. Alle diese Werke gingen aber ein, als Churfürst Joh. Georg I. die Kobaltausfuhr in Sachsen verbot und selbst die noch bestehenden Farbenwerke bei Schneeberg anlegte.

Man stellt die Smalte auf den Blaufarbenwerken dar, indem man die gerösteten Kobalterze mit Quarzsand und Potasche in Tiegeln in einem Glasofen zusammenschmilzt; das erhaltene Glas wird, so wie es aus dem Ofen kommt, abgelöscht, wodurch es mürbe wird und zerfällt. Darauf wird das Glas in Pochwerken gepocht und mit Wasser auf Mühlen fein gemahlen. Das fein gemahlene Pulver lässt man

mit Wasser in Waschfässern stehen, was sich zuerst absetzt, ist das grössere Streublau (Streusand), das auf die Mühle zurückgegeben oder in den Handel gebracht wird. Aus der trüben Flüssigkeit setzen sich nach und nach ab Couleur (gröberes Pulver), Eschel und Sumpfeschel. Durch wiederholtes Mahlen und Auswaschen stellt man aus der gewöhnlichen Smalte verschiedene Sorten dar. Die beste, d. h. die kobaltreichste Sorte Smalte heisst Königsblau. Eigenthümlich ist es, dass das Kobaltoxydul (CoO), dessen Salze (auch das kieselsaure Kobaltoxydul CoO, SiO_3) sonst eine rothe Färbung besitzen, in der Smalte Tiefblau erzeugt. Eine Reihe von R. Ludwig in Schwarzenfels ausgeführter Versuche hat gezeigt, dass die färbende Substanz der Smalte das Kali-Kobaltoxydul-Silicat CoO, 2 Si O_3 + KO, 2 Si O_3 ist, in welchem sich der Sauerstoff der Säure zu dem der Base wie 6 : 1 verhält.

Ludwig fand in 100 Theilen

	norwegischer Smalte	deutscher Smalte	
	(höhere Couleur)	(hohe Eschel)	(grobe blasse Couleur)
Kieselerde . . .	70,86	66,20	72,11
Kobaltoxydul . .	6,49	6,75	1,95
Kali und Natron .	21,41	16,31	1,80
Thonerde . . .	0,43	8,64	20,04

Ausserdem fanden sich kleine Mengen von Eisenoxydul, Kalk, Nickeloxydul, Arseniksäure, Kohlensäure und Wasser.

Da bei dem Rösten der Kobalterze das Rösten nicht lange genug fortgesetzt wird, um das in den Erzen enthaltene Nickel zu oxydiren, so schmilzt dieses Metall in den Häfen mit den noch vorhandenen Metallen zu einer Masse zusammen, welche Kobaltspeise genannt wird. Sie ist von weisser, ins Röthliche gehender Farbe, starkem Metallglanz und feinkörnigem Bruch und besteht aus:

Kobaltspeise.

Nickel 40 — 56 %
Arsenik 26 — 44 „

ausserdem aus Eisen, Wismut, Schwefel u. s. w.

Die Kobaltspeise (Nickelspeise) ist ein geeignetes Material zur Darstellung des Nickels.

Anwendung der Smalte.

Man benutzt die Smalte zum Bläuen des Papiers, der Leinwand, zum Blaufärben des Krystallglases und des Emails etc. Wegen ihrer Härte eignet sie sich nicht besonders zum Bläuen des Papiers, da ein mit Smalte gebläutes Papier die Feder stumpf macht. In der neueren Zeit ist die Smalte in ihrer Anwendung zum Bläuen zum grossen Theil durch das künstliche Ultramarin verdrängt worden.

Kobaltultramarin.

Kobaltultramarin oder Leithener Blau (Bleu Thénard) ist eine aus Thonerde und Kobaltoxydul (thonsaurem Kobaltoxydul) bestehende Farbe, welche zuerst von Wenzel in Freiberg, dann zum zweiten Male von Gahn in Fahlun und endlich zum dritten Male von Thénard in Paris entdeckt wurde. Man stellt das Kobaltultramarin dar, indem man eine Alaunlösung mit der Lösung eines Kobaltoxydulsalzes mischt und dann durch kohlensaures Natron fällt. Der aus Thonerdehydrat und Kobaltoxydulhydrat bestehende Niederschlag wird ausgewaschen, getrocknet und anhaltend geglüht. Nach Louyet soll man das gallertartige Thonerdehydrat mit phosphorsaurem oder arseniksaurem Kobaltoxydul mengen, worauf schon in der Rothglühhitze die blaue Farbe entstehen soll. Die Gegenwart von Phosphorsäure oder Arseniksäure begünstigt auch in der That die Verbindung der Thonerde mit dem Kobaltoxydul und erhöht die Schönheit des Kobaltultramarins. Die Farbe desselben kommt bei Tageslicht dem Ultramarin fast ganz gleich, bei

künstlichem Lichte erscheint sie aber, wie die meisten Kobaltfarben, schmutzig violett. Diese Verbindung ist luft- und feuerbeständig, und wird in der Wasser-, Oel- und Porcellanmalerei benutzt.

Coeruleum. Das Coeruleum ist eine neue blaue Farbe für die Oel- und Aquarellmalerei, welche in England dargestellt wird und die vortreffliche Eigenschaft besitzt, beim Lampenlichte nicht violett zu erscheinen. Es ist zinnsaures Kobaltoxydul, gemengt mit Zinnsäure und Gyps und besteht aus 49,6 Th. Zinnoxyd, 18,6 Kobaltoxydul und 31,8 Th. Gyps.

Rinmann'sches Grün. Das Rinmann'sche Grün ist die dem Kobaltultramarin entsprechende grüne Verbindung, in welcher die Thonerde durch Zinkoxyd ersetzt ist. Man stellt diese Farbe dar, indem man Zinkvitriollösung mit Kobaltoxydullösung mengt, das Gemenge vermittelst kohlensauren Natrons fällt, den Niederschlag auswäscht, trocknet und glüht. Es besteht aus 88 Th. Zinkoxyd und 12 Th. Kobaltoxydul.

Kobaltoxydul. Das in der Porcellan- und Glasmalerei angewendete Kobaltoxydul (Kobaltoxyd) ist wohl von der Smalte und dem Safflor zu unterscheiden. Man stellt es auf den Blaufarbenwerken und in chemischen Fabriken theils auf trocknem, theils auf nassem Wege dar. Ersteren schlägt man in England und Norwegen, letzteren in Sachsen und auf den tunaberger Kobaltwerken in Schweden ein. Das schwarze Kobaltoxyd des Handels (RKO) besteht zum grössten Theile aus reinem Kobaltoxyd ($Co_2\ O_3$) und wird nach Mitscherlich wahrscheinlich dargestellt, indem man Kobaltoxydulhydrat oder kohlensaures Kobaltoxydul bei Zutritt der Luft längere Zeit erhitzt. Der grösste Theil der im Handel vorkommenden Kobaltoxyde wird in Schneeberg dargestellt. Man unterscheidet RKO Hyperoxyd, PKO phosphorsaures Oxydulhydrat, AKO arseniksaures Oxydulhydrat, KOH kohlensaures Oxydulhydrat.

Chemisch reines Kobaltoxydul. Chemisch reines Kobaltoxydul, wie es bisweilen zur Erzeugung zarter Farben angewendet werden muss, stellt man am besten nach Liebig dar, indem man einen Theil geröstetes und gepulvertes Kobalterz mit 2 Th. zweifach schwefelsaurem Kali erhitzt, bis keine Schwefelsäure mehr entweicht. Die erkaltete Masse, welche aus schwefelsaurem Kali, schwefelsaurem Kobaltoxydul und unlöslichen arseniksauren Salzen besteht, wird mit Wasser ausgezogen und die Lösung zur Abscheidung des möglicherweise vorhandenen Eisens mit etwas Kobaltoxydulhydrat digerirt. Die vom ausgeschiedenen Eisenoxydhydrat abfiltrirte Lösung wird durch kohlensaures Natron gefällt und der entstandene Niederschlag nach dem Auswaschen geglüht.

Salpetrigsaures Kobaltoxydul-Kali. Das salpetrigsaure Kobaltoxydul-Kali oder Kobaltgelb wurde zuerst von Fischer in Breslau durch Vermischen einer Kobaltoxydullösung mit salpetrigsaurem Kali dargestellt. Es erscheint als gelber, krystallinischer Niederschlag, welcher in Wasser ganz unlöslich ist. Fischer schlug das salpetrigsaure Kali als sicheres und empfindliches Reagens auf Kobalt vor, indem es in einer Lösung von $^1/_{1000}$ Kobalt sogleich, in einer Lösung von $^1/_{3000}$ nach wenigen Stunden einen gelben Niederschlag giebt. E. St. Evre untersuchte den gelben Körper näher und hob besonders, wegen seiner schönen Farbe, welche vollkommen der des *Jaune indien* (euxanthinsaure Magnesia) ähnlich ist, und seiner Beständigkeit unter dem Einflusse oxydirender und schwefelnder Substanzen, seine Anwendbarkeit in der Oel- und Aquarellmalerei hervor. Man stellt die gelbe Verbindung nach St. Evre dar, indem man aus salpetersaurem Kobaltoxydul-Kali durch einen geringen Ueberschuss von Kali rosenrothes Kobaltoxydul-Kali fällt und in den Brei Stickstoff-

oxydgas leitet oder einfacher nach Hayes, indem man Dämpfe von Untersalpetersäure in eine mit etwas Kali versetzte Lösung von salpetersaurem Kobaltoxydul leitet, wo alles Kobalt in Kobaltgelb übergeführt wird. Nach St. Evre soll diese Verbindung aus KO, Co O, $N_2 O_8$ bestehen. Nach einer neuen Untersuchung von A. Stromeyer ist dagegen ihre Formel $Co_2 O_3$, 2 NO_3 + 3 KO, NO_3 + 2 HO.

Da das salpetrigsaure Kobaltoxydul-Kali auch aus unreinen Kobaltoxydullösungen vollkommen frei von Nickel, Eisen etc. gefällt wird, so ist es auch in der Porcellan- und Glasmalerei allen anderen Kobaltpräparaten vorzuziehen, wenn es sich um die Herstellung einer reinen blauen Nüance handelt.

Das Nickel.

(Ni = 29,5.)

Nickel, dessen Vorkommen.

Das Nickel kommt in folgenden Nickelerzen vor: dem Kupfernickel Ni_2 As (mit 44 pCt. Ni), dem Antimonnickel Ni_2 Sb (mit 31,4 pCt. Ni), dem Weissnickelkies Ni As (mit 28,2 pCt. Ni), dem Nickel- oder Haarkies Ni S (mit 64,8 pCt. Ni) und dem Nickelantimonglanz Ni S_2 + Ni (Sb, As) (mit 26,8 pCt. Ni). Häufig ist auch ein mit vorstehenden Nickelerzen imprägnirter Magnetkies und Schwefelkies Gegenstand der Nickelgewinnung, auch die Kobaltspeise der Blaufarbenwerke (vergl. S. 36) und gewisse bei manchen Kupferhüttenprocessen erzeugte Produkte.

Gewinnung des Nickels (Würfelnickels).

In Dillenburg (Nassau) gewinnt man das Nickel als sogenanntes Würfelnickel aus nickelhaltigem Schwefel- und Kupferkies auf folgende Weise: Die Erze, welche im Durchschnitt 7,5 pCt. Nickel enthalten, werden zunächst mit Hülfe von Röstung und Schmelzung in Rohstein (a) verwandelt, welcher durch wiederholtes Schmelzen und Rösten in Concentrationsstein (b) übergeht, der wiederum durch Raffiniren oder Verblasen in den Raffinationsstein (c) übergeführt wird.

	(a)	(b)	(c)
Nickel . . .	19	24	35
Kupfer . . .	13	39	43
Eisen . . .	35	12	2
Schwefel . .	33	25	20
	100	100	100

Der Raffinationsstein wird hierauf geröstet, das Röstprodukt in Salzsäure gelöst, die salzsaure Lösung mit Kalkmilch gefällt, und zwar fractionirt, so dass man das Nickeloxydhydrat von dem Eisen- und Kupferoxyd trennen kann. Das Nickeloxyd wird mit Kohlenstaub gemengt in Kohletiegeln zu Metalle reducirt und letzteres in Würfelform gebracht. Es enthält:

	I.	II.	III.
Nickel	98,29	96,29	96,17
Kupfer	0,24	0,41	2,17
Eisen	0,81	0,98	0,45
Unlöslicher Rückstand	0,66	1,40	1,21

Das kupferhaltige Nickeloxyd wird auf gleiche Weise zu Kupfernickel reducirt und dieses (aus 66,6 Kupfer und 33,4 Nickel bestehend) an die Neusilberfabriken abgegeben. Aus der Kobaltspeise (Nickelarsenikspeise) lässt sich das Würfelnickel (das nicht selten grössere Mengen Kupfer enthält), auf ähnliche Weise darstellen.

Eigenschaften des Nickels.

Das reine Nickel ist weiss mit einem Stich ins Gelbliche, strengflüssig, ziemlich hart, sehr dehnbar und politurfähig, hat einen bedeutenden Glanz

und ein spec. Gewicht von 8,6. Es bietet manche Analogie mit dem Eisen dar, unterscheidet sich aber durch seine grössere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien von demselben; seiner silberähnlichen Farbe wegen und weil es den Einflüssen von Luft, Wasser und vielen Säuren widersteht, findet es zur Herstellung silberähnlicher Legirungen, namentlich des Neusilbers oder Argentans (siehe Kupfer) Anwendung. —

Das Kupfer.

($Cu = 31{,}7$.)

Kupfer, Vorkommen desselben. Das Kupfer ist eins der am häufigsten vorkommenden Metalle. Es war schon in den ältesten Zeiten bekannt und wurde von den Griechen und Römern zum grössten Theil von der Insel Cypern bezogen, daher der Name Cuprum, Kupfer. Es findet sich zum Theil gediegen, meist aber oxydirt und geschwefelt. Zu den oxydirten Kupfererzen gehören das Rothkupfererz, der Kupferlasur und Malachit, zu den geschwefelten der Kupferglanz, Kupferkies, das Buntkupfererz und die Fahlerze. Der grösste Theil des angewendeten Kupfers wird aus den geschwefelten Kupfererzen gewonnen.

Das gediegene Kupfer kommt in grosser Menge am Lake Superior in Nordamerika und in Chile vor. Unter dem Namen Kupfersand und Kupferbarilla werden gegenwärtig grosse Mengen von Erz aus Chile in England eingeführt, welches aus etwa 60—80 pCt. Kupfer und 20—40 pCt. Quarz besteht.

Das Rothkupfererz (Kupferoxydul) Cu_2O (mit 88,7 pCt. Kupfer) findet sich theils in Oktaëdern krystallisirt, theils derb und eingesprengt (Cornwallis). Ein inniges Gemenge von Kupferoxydul mit Eisenocker führt den Namen Ziegelerz.

Der Kupferlasur (mit 55,3 pCt. Kupfer) ist eine Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat ($2\,[CuO, CO_2] + CuO, HO$) und kommt in schönen, blauen Krystallen, theils derb und eingesprengt vor. (Cornwallis, früher zu Chessy bei Lyon.)

Der Malachit (mit 57,4 pCt. Kupfer) ist basisch kohlensaures Kupferoxydhydrat ($CuO, CO_2 + CuO, HO$) und kommt theils in schiefen rhombischen Säulen, theils tropfsteinartig und fasrig (Atlaserz), theils erdig (Kupfergrün) meist mit Kupferlasur vor (Ural, Australien, Canada).

Der Kupferglanz, Halbschwefelkupfer (Cu_2S) mit 80 pCt. Kupfer, das Buntkupfererz, eine Verbindung von Kupferglanz mit Anderthalb-Schwefeleisen ($3\,Cu_2S + Fe_2S_3$) mit 55,54 pCt. Kupfer, und der Kupferkies ($Cu_2S + Fe_2S_3$) mit 34,8 pCt. Kupfer, sind die wichtigsten der zur Kupfergewinnung angewendeten Schwefelverbindungen des Kupfers. Der Kupferkies ist häufig mit Eisenkies gemischt, auch Silber und Nickel kommen als Begleiter vor.

Der Kupferschiefer ist ein schwarzer, schiefriger, bituminöser Mergel, durchdrungen von eingesprengten oder in sehr dünnen Lagen in ihm enthaltenen Kupfererzen (Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupfererz). Er kommt auf älterem Sandsteine, mit Granit, Grauwacke, besonders im Mansfeldschen vor.

Die Fahlerze sind Verbindungen elektropositiver Schwefelmetalle (namentlich Schwefelkupfer) mit elektronegativen, deren Zusammensetzung nach H. Rose durch

$$4\,RS, RS_3 + 2\,(4\,R_2S, RS_3)$$

ausgedrückt wird; in dieser Formel ist RS = Schwefeleisen (FeS) und Schwefelzink (ZnS), R_2S = Halbschwefelkupfer (Cu_2S) und Schwefelsilber; RS_3 = Schwefel-

Techn.
214 ixb
18.1.73

Wagner

Die

Chemische Techn[illegible]

[illegible]

nach dem [illegible]

[illegible]

Theorie und der Pra[illegible]

[illegible]

Leitfaden [illegible]

[illegible]

von

Johannes Rudolf Wagner

[illegible]

Fünfte umgearbeitete Auflage.

Mit 2[illegible] Holzschnitten.

Leipzig.

Verlag [illegible]

18[illegible]

Die

Chemische Technologie

dargestellt

nach dem gegenwärtigen Standpunkte

der

Theorie und der Praxis der Gewerbe

als

Leitfaden bei Vorlesungen

an Universitäten, technischen Lehranstalten, sowie zum Selbstunterricht.

Von

Johannes Rudolf Wagner

Dr. der Staatswirthschaft und der Philosophie, ordentl. öffentl. Professor der Technologie an der staatswissenschaftlichen Facultät der königl. Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg.

Fünfte umgearbeitete Auflage.

Mit 275 Holzschnitten.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1863.

128 - D.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorrede zur fünften Auflage.

Die grosse Verbreitung, welche mein Lehrbuch der chemischen Technologie in Deutschland wie im Auslande gefunden hat, macht abermals eine neue Auflage nothwendig. Auch bei dieser fünften Ausgabe war keine Veranlassung vorhanden, wesentlich den Grundplan und die innere Einrichtung des Buches, die sich mir bei meinen akademischen Vorträgen über technische Chemie an hiesiger Hochschule als eine zweckentsprechende gezeigt hat, abzuändern, dagegen war ich bemüht, die neue Auflage mit allen nur möglichen Berichtigungen und Verbesserungen zu versehen und denjenigen Zusätzen zu bereichern, welche durch die staunenswerthen Fortschritte der Gewerbswissenschaften der letzten drei Jahre an die Hand gegeben waren. Durch meine Betheiligung bei der Jury der Gewerbeausstellungen des verflossenen Jahrzehndes, namentlich der internationalen Industrieausstellung in London im Sommer 1862 und als langjähriger Herausgeber des unter den Praktikern Deutschlands und Englands weit verbreiteten Jahresberichtes der chemischen Technologie war ich in der Lage, über so Manches Auskunft zu erhalten, was der neuen Auflage zu gute gekommen ist. Möge auch ihr von Seite competenter Männer eine nachsichtige Beurtheilung zu Theil werden!

Die erste Auflage des vorliegenden Buches erschien im September 1850 (ich war damals Privatdocent der technischen Chemie in der philosophischen Facultät der Universität meiner Vaterstadt

Leipzig und Adjunct am akademischen, unter Erdmann's Leitung stehenden Laboratorium), die zweite im Mai 1853 (die ich als Professor der technischen Chemie an der königl. Gewerbschule zu Nürnberg herausgab), die dritte im August 1856 und die vierte im Mai 1859 (beide letztere Ausgaben von Würzburg aus). —

Universität Würzburg, d. 1. Mai 1863.

Dr. Johannes Rudolf Wagner
o. ö. Prof. der Technologie.

Inhalt.

Einleitung 1.

I. *Die chemische Metallurgie.*

(Seite 3—132.)

Allgemeines 3. Erze 3. Aufbereitung 4. Vorbereitung 4. Zugutemachen 5. Hüttenproducte 6 (Educte, Hüttenfabrikate, Zwischenproducte, Abfälle).

Eisen 6. Eisenerze 7. Ausbringen des Eisens 8. Hochofenprocess 9. Hochofen 9. Gebläse 10. Chemischer Process im Hochofen 11. Vertheilung der Temperatur darin 12. Gichtgase 12. Roheisen 13. Eisengiesserei 15. Schacht- oder Cupolofen 15. Flammenofen 16. Adouciren 17. Emailliren 18. Stabeisen 18. Herdfrischung 19. Schwedischer Frischprocess 20. Puddlingsprocess 20. mit Gas 22. Walzwerk 22. Blechfabrikation 23. Drahtfabrikation 23. Eigenschaften des Stabeisens 25. Stahl 25. Roh- oder Schmelzstahl 26. Puddelstahl 26. Bessemerstahl 26. Uchatiusstahl 27. Tunner's Glühstahl 27. Cement- oder Brennstahl 27. Gerbstahl 27. Gussstahl 28. Stahl aus Schmiede- und Roheisen 28. Verstählen 28. Eigenschaften des Stahls 28. Anlassen des Stahls 29. Wolframstahl, Damascenerstahl 30. Stahlstich 30.

Blutlaugensalz 30. Rothes Blutlaugensalz 31. Cyankalium 32. Berlinerblau 32. Turnbull's Blau 34. Lösliches Berlinerblau 35.

Kobalt 35. Metallisches Kobalt 35. Smalte 35. Kobaltultramarin 36. Coeruleum 37. Rinmannsches Grün 37. Kobaltoxydul 37. Kobaltgelb 37.

Nickel 38. Vorkommen 38. Gewinnung des Nickels 38. Eigenschaften desselben 38.

Kupfer 39. Vorkommen 39. Zugutemachen der Erze in Schachtöfen 40. Garmachen des Schwarzkupfers auf dem Herde 42. Zugutemachen der Erze in Flammenöfen 43. Rösten der Erze 44. Verschmelzen der gerösteten Erze 44. Rösten des Rohsteines 45. Concentrationsstein 45. Roh- oder Schwarzkupfer 45. Garmachen des Schwarzkupfers 46. Gewinnung des Kupfers aus oxydirten Erzen 46. auf nassem Wege 46. auf galvanischem Wege 47. Eigenschaften des Kupfers 47.

Legirungen des Kupfers 48. Bronze (Glockenmetall, Kanonenmetall, Statuenbronze) 48. Messing 49. Tombak 50 (Aichmetall, Sterrometall 50). Bronzefarben 50. Neusilber 50 (Chinasilber, Perusilber, Alpaka 51). Nickelmünzen 51. Weisskupfer 51. Kupferamalgam (Metallkitt) 51.

Kupfervitriol 51. Doppelvitriol 52. Kupferfarben 52. (Braunschweigergrün 53. Bremerblau 53. Mineralgrün 54. Mineralblau 55. Bergblau 55. Kalkblau 55. Oelblau 55. Kupferindig 55. Schweinfurtergrün 55. Gentele's Grün 56. Grünspan 56.)

Blei 57. Bleierze 57. Niederschlagsarbeit 58. Röstarbeit 58. Werkblei 59. Frischprocess 59. Eigenschaften des Bleies 59. Schrotfabrikation 60. Massicot 62. Bleiglätte 62. Mennige 62. Bleisuperoxyd 62. Oxydirte Mennige 63. Bleizucker 63. Chromsaures Bleioxyd 63. Chromsaures Kali 64. Chromroth 65. Chromoxyd 66. Chromchlorid 66. Bleiweiss 66. Ersatzmittel für Bleiweiss 71.

Zinn 71. Zinnerze 71. Gewinnung 72. Eigenschaften des Zinnes 72. Verzinnen 73. Musivgold 74. Zinnsalz 75. Zinnsaures Natron 75.

Wismut 76. Vorkommen 76. Eigenschaften und Anwendung 77.

Zink 77. Zinkerze 77. Gewinnung des Zinks 77. Eigenschaften 80. Anwendung 81. Zinkweiss 81. Zinkvitriol 82. Zinkgelb 82. Chlorzink 82. Löthsalz 82. Zinkoxychlorür 82.

Kadmium 83. Wood's Legirung 83. Schwefelkadmium 83.

Antimon 83. Vorkommen und Gewinnung 83. Eigenschaften 85. Legirungen 85. Antimonoxyd 85. Schwefelantimon 85. Neapelgelb 85. Antimonzinnober 85.

Arsenik 86. Arsenige Säure 87. Arsensäure 87. Arsensaures Natron 87. Realgar 87. Operment 87. Rusma 87.

Quecksilber 88. Vorkommen und Gewinnung 88. Verfahren in Idria 88. in Spanien 89. in der Pfalz 91. Eigenschaften 91. Zinnober 92. Knallquecksilber 92. Zündhütchen 93. Knallsilber 93.

Platin 94. Erze und Analysen 94. Gewinnung nach der älteren Methode 95. nach Deville und Debray 95. Eigenschaften 95. Platinschwamm 96. Platinmohr 96. Platinlegirungen 96. Elaylplatinchlorür 96.

Silber 97. Erze 97. Gewinnung des Silbers durch Ausschmelzen 97. durch Amalgamation 97. nach Augustin 100. nach Ziervogel 101. durch Extraction mit Blei 101. Gewinnung des Silbers aus Werkblei 101. Treibherd 102. Pattinsoniren 102. Entsilberung mittelst Zink 103. Feinbrennen des Blicksilbers 103. Chemisch reines Silber 103. Eigenschaften des Silbers 104 Legirungen des Silbers 104. Münzfuss 105. Silberprobe 105. Versilbern 106.

Lichtbilder 107. Daguerreotypie 109. Photographie 111. Phototypie 116.

Gold 116. Vorkommen 117. Gewinnung aus dem Sande 117. durch Verschmelzen 117. durch Alkali 118. durch Amalgamation 118. auf nassem Wege 118. Goldscheidung 118. Eigenschaften des Goldes 120. Legirungen des Goldes 121. Färben des Goldes 121. Goldprobe 121. Vergolden 122. Goldpurpur 123.

Aluminium 123. Gewinnung 123. Eigenschaften 124. Anwendungen des Aluminiums 125.

Galvanotechnik 126. Anwendung des Galvanismus 126. Galvanoplastik 127. Vergolden 129. Versilbern 130. Aetzen 130. Metallochromie 130. Electrotypie 131. Glyphographie 131. Galvanographie 131.

II. *Alkalien und Erden und ihre technische Anwendung.*

(Seite 133—348.)

Potasche 133. aus Vegetabilien 133. Ausbeute 135. aus Rübenmelasse 135. aus dem Meerwasser und aus Salinen 136. aus Feldspath 136. aus dem Schweisse der Schafwolle 136. aus dem Abraumsalze von Stassfurt 136. Prüfung der Potasche 136. Anwendung 137. Aetzkali 137.

Salpeter 138. Bildungsweise 139. Gewinnung 139. Plantagen 140. Läutern des Rohsalpeters 143. Darstellung aus Chilisalpeter 143. Salpeterprüfung 144. Anwendung des Salpeters 145. Natronsalpeter 145.

Salpetersäure 146. Gewinnung 146. Reinigung derselben 146. Rauchende Salpetersäure 147. Theorie der Salpetersäuregewinnung 148. Anwendung der Salpetersäure 148.

Schiesspulver 148. Materialien 149. Pulverisirtrommeln 149. Walz- und Stampfmühlen 150. Mengtrommeln 150. Verdichten des Satzes 150. Körnen 151. Poliren und Trocknen des Pulvers 152. Ausstäuben 152. Eigenschaften des Pulvers 152. Zusammensetzung des Pulvers 154. Verbrennungsproducte 155. Pyronone 156. Lithofracteur 156. Pulverprobe 156. Weisses Schiesspulver 157. — Chemische Principien der Feuerwerkerei 158. (Salpeterschwefel 159. Grauer Satz 159. Chlorkalischwefel 160. Satz zu Zündnadelgewehren 160. Explosive Körper 160. Brandsätze 160. Farbige Feuer 160.)

Kochsalz 161. Vorkommen 161. Gewinnung aus dem Meerwasser 162. mit Hülfe von Salzgärten 162. mit Hülfe von Frost 163. mittelst Brennmaterial 163. Gewinnung des Steinsalzes 165. der Salzsoolen 165. Kochsalz aus Salzsoolen 166. Gradirung 167. Versieden der Soole 168. Viehsalz, Düngesalz, Fabriksalz 169. Eigenschaften des Kochsalzes 169. Anwendung 170. Production 170.

Soda 171. Natürliche Soda 171. Soda aus Sodapflanzen 171. Jod 172. (Gewinnung aus Kelp 173. aus dem Chilisalpeter 173. Eigenschaften und Anwendung 174.) Jodkalium 174. Bromgewinnung 174. — Soda aus Kochsalz 175. Verfahren von Leblanc 175. Reinigen der rohen Soda 177. Verwerthung der Rückstände 178. Sodafabrikationsverfahren von Kopp 178. von Schlesing 179. Aetznatron 180. Zweifach kohlensaures Natron 180.

Schwefel 181. Vorkommen 181. Stangenschwefel und Schwefelblumen 181. Darstellung des Schwefels aus Schwefelkies 183. durch Rösten von Kupferkies 184. aus Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure 184. aus schwefliger Säure und Kohle 184. Eigenschaften und Anwendung des Schwefels 184. — Schweflige Säure 185. Schwefligsaurer Kalk 186. Unterschwefligsaures Natron 187.

Schwefelsäurefabrikation 187. Rauchende Schwefelsäure 187. Englische Schwefelsäure 189. Darstellung der Kammersäure 190. Concentration derselben 190. im Platinkessel 191. in Glasretorten 192. Schwefelsäure mittelst Schwefelkies 193. Schwefelsäure aus schwefliger Säure und Chlor 193. aus schwefliger Säure und Untersalpetersäure 193. aus Gyps 193. Eigenschaften und Anwendung der Schwefelsäure 194.

Schwefelkohlenstoff 195. Schwefelchlorür 196.

Salzsäure 196. Darstellung und Eigenschaften 197. Anwendung 197. Glaubersalz 198.

Chlorkalk 198. Darstellung mittelst Braunstein 199. mittelst Natronsalpeter 199. mittelst Schwefelkies und Kochsalz 199. mittelst Kupferchlorid 199. Entwicklungsapparate 200. Condensationsapparate 201. Theorie 201. Eigenschaften des Chlorkalkes 202. Chlorometrie 202.

Chloralkalien 205. Unterchlorigsaure Thonerde 205. -Magnesia 205. -Zinkoxyd 205. -Baryt 205. Chlorsaures Kali 205.

Braunsteinprobe 206. nach Fresenius und Will 206. nach Nolte, Mohr, Streng 207.

Alkalimetrie 207. nach Descroizilles 208. nach Mohr 208. nach Fresenius und Will 209. Ausdruck des Handelswerthes 210.

Ammoniak und Ammoniaksalze 211. Flüssiges Ammoniak 211. Kohlensaures Ammoniak 212. durch Fäulniss 213. durch trockne Destillation 213. Salmiak 214. Sublimation desselben 215. Schwefelsaures Ammoniak 217. aus faulem Harn 217. aus dem Gaswasser 218. Salpetersaures Ammoniak 219.

Glasfabrikation 219. Allgemeine Eigenschaften 219. Rohmaterialien 221. Entfärbungsmittel 222 Glasscherben 223. Glashäfen 224. Glasöfen 225. Vorbereitung des Satzes 227. Fritten 228. Heissschüren 229. Läutern 229. Kaltschüren 229. Fehler des Glases 230. Mondglas 231. Werkzeuge 231. Walzenglas 232. Tafelglas 233. Spiegelglas 235. Schleifen der Spiegel 237. Belegen und Versilbern der Spiegel 238. Hohlglas 239. Gepresstes Glas 241. Wasserglas 241. Stereochromie 243. Krystallglas 245. Schleifen desselben 245. Optisches Glas 245. Crownglas 246. Strass 247. Gefärbtes Glas 248. Glasmalerei 249. Email und Beinglas 251. Alabasterglas 252. Hämatinon 252. Aventuringlas 253. Incrustationen 253. Filigranglas 253. Millefiori 254. Perlen 254. Hyalographie 255.

Seifenfabrikation 256. Kernseife 257. Baumölseife 259. Gefüllte Seifen 260. Weiche Seifen 261. Kieselseife etc. 262. Toilettenseifen 262. Anwendung und Wirkung der Seife 263. Seifenprobe 263. Unlösliche Seifen 265.

Borsäure und Borax 266. Borsäure, Vorkommen und Gewinnung 267. Theorie der Bildung 267. Eigenschaften und Verwendung derselben 269. Borax 269. aus Tinkal 270. aus Borsäure 270. Reinigen des Borax 271. Octaëdrischer Borax 272. Anwendung des Borax 273. Bordiamanten 273.

Kalk und Kalkbrennen 274. Vorkommen des Kalkes 274. Eigenschaften 275. Kalkbrennen 275. Feldöfen 275. Periodische Oefen 276. Continuirliche Oefen 277. Oefen mit doppelter Benutzung 278. Eigenschaften des gebrannten Kalkes 278. Löschen des Kalkes 279. Anwendung des Kalkes 280.

Mörtel 280. Luftmörtel 280. Erhärten desselben 281. Hydraul. Mörtel 282. (Hydraul. Kalk 282. Cämente 283. Trass, Puzzuolane, Santorin 283, künstliche Cämente 283, Portland-Cäment 284.) Cämentfabrikation 285. Festwerden und Erhärten des hydraulischen Mörtels 285.

Gyps und Gypsbrennen 287. Vorkommen 287. Eigenschaften des Gypses 287. Brennen des Gypses 288. Brennöfen 288. Mahlen des Gypses 290. Anwendung desselben 291. Gypsabgüsse 291. Stucco, Scaliogla 292. Härten des Gypses 292.

Barytpräparate 293. Barytmineralien 293. Eigenschaften des Baryts 293. Barytweiss 294. Eigenschaften und Anwendung desselben 295. Kohlensaurer Baryt 296. Aetzbaryt 296. Zucker-Baryt 297. Barytsalpeter 297. Andere Barytpräparate 297.

Alaunfabrikation 298. Natürlicher Alaun 298. Alaunstein 298. Alaunschiefer 299. Alaunerde 299. Alaungewinnung aus Alaunschiefer 299. aus Thon und Schwefelsäure 302. aus Kryolith 302. Kalialaun 302. Ammoniakalaun 303. Natronalaun 303. Schwefelsaure Thonerde 304. Anwendung des Alauns 304. Essigsaure Thonerde 305.

Eisenvitriol 305. Gewinnung neben der Alaunfabrikation 306. aus Schwefelkies 306.

aus Eisen und Schwefelsäure 306. aus Spatheisenstein und Schwefelsäure 306. Schwarzvitriol 306. Anwendung des Eisenvitriols 306. Eisenmennige 307.

Ultramarin 307. Natürliches 307. Künstliches 307. Rohmaterialien 307. Herstellung des grünen Ultramarins 308. Glühen des Satzes 309. Ueberführung des Ultramaringrüns in Ultramarinblau 309. Theorie der Ultramarinfabrikation 310. Eigenschaften und Anwendung des Ultramarins 311.

Keramik oder Thonwaarenindustrie 312. Thon und dessen Verarbeitung 312. Feldspath 312. Kaolin 312. Eigenschaften des Thones 313. Arten der Thone 313. Eintheilung der Thonwaaren 316. Materialien der Porcellanfabrikation 317. Vorbereitende Operationen 318. Formen 319. Glasur und Glasiren 321. Flowing colours 323. Kapseln 323. Porcellanofen 324. Sortiren der Waare 325. Fehler der Masse 325. Porcellanmalerei 326. Vergolden 328. Lithophanien 328. — Frittenporcellan 328. Parian 329. Carrara 330. — Steinzeug 330. Wedgwood 330. Terralith und Siderolith 331. — Fayence 331. Majolika 332. Verzierung der Fayence 333. Lüster 334. Etruskische Vasen 335. — Thonpfeifen 335. — Kühlkrüge oder Alcarrazas 335. — Gemeines Töpfergeschirr 336. Glasur 337. — Steine aus Thon 338. Ziegelmaterial 338. Vorbereitung des Thones 339. Streichen der Ziegel 340. Brennen der Ziegel 340. Continuirliche Brennöfen 343. Feldziegeleien 344. Dachziegel und Fliessen 345. Hohlziegel 345. Leichte Ziegelsteine 346. Feuerfeste Steine 346. Thon- und Drainröhren 347. Schmelztiegel 348.

III. *Die Pflanzenstoffe und ihre technische Anwendung.*

(Seite 349—523.)

Die Pflanzenfaser 349. — Flachs 350. Rösten 350. Brechen 350. Botten und Schwingen 351. Ribben und Hecheln 352. Gewirre oder Hede 352. Spinnen des Flachses 353. Weben 353. Arten der Leingewebe 353. Appretur 354. — Hanf 354. — Andere Gespinnstfasern 354. — Baumwolle 356. Arten 356. Spinnen 356. Auflockerung und Reinigung 356. Krempeln, Kratzen und Kardiren 357. Strecken oder Laminiren 357. Vorspinnen 357. Feinspinnen 358. Garn 358. Baumwollgewebe 358. Stellvertreter der Baumwolle 359. Flachsbaumwolle 359. — Unterscheidung der Baumwoll- von der Leinfaser 359.

Schiessbaumwolle 362. Darstellung 362. Eigenschaften 362. als Ersatz des Pulvers 363. Collodium 363.

Papierfabrikation 365. Begriff und Geschichte 365. Materialien 365. Lumpensurrogate 366. Mineral. Surrogate 366. Hand- oder Büttenpapier 367. Zerschneiden und Reinigen der Lumpen 367. Zertheilung der Lumpen 368. Holländer 369. Bleichen 371. Antichlor 372. Blauen 373. Leimen 373. Verfertigung der Bögen 374. Formen 375. Pressen der Bögen 375. Leimen der Bögen 376. Appretur 376. Sorten und Formate 377. Maschinenpapier 377. Schneidemaschinen 381. — Pappe 381. Papiermaché 382. Farbige und bunte Papiere 383. Pergamentpapier 383.

Stärkemehl 384. Eigenschaften 384. Gewinnung aus Kartoffeln 386. Trocknen der Kartoffelstärke 388. Weizenstärke 389. Zusammensetzung der käuflichen Stärke 390. Kastanienstärke 391. Arrow-root 391. Cassavastärke 391. Sago 392. — Dextrin 393.

Zuckerfabrikation 393. Geschichtliches und Allgemeines 393. Vorkommen und Eigenschaften 394. A. Rohrzucker 396. aus dem Zuckerrohr 396. Sorten des Rohzuckers 398. Melasse 399. Raffination des Rohzuckers 399. B. Rübenzucker 401. Geschichtliches 401. Arten der Rübe 401. Chemische Zusammensetzung der Rübe 403. Saccharimetrie 403. Gewinnung des Rübensaftes durch Reiben und Pressen 405. Presslinge 407. Saftgewinnung mittelst Centrifugen 407. durch Maceration 408. Läuterung des Saftes 408. Entkalken 409. Läuterung mit schwefliger Säure 410. Läuterung mit Baryt 411. Filter von Taylor 411. von Dumont 412. Pfannen 413. Kipppfannen 414. Pfanne von Pecqueur 414. von Brame-Chevallier 414. von Péclet 415. Vacuumpfannen 415. Abdampfen 417. Verkochen 418. Kühlen und Füllen 419. Decken 420. Nutschapparate 420. Clairciren 420. Centrifugen 420. Löschen 421. Melasse 421. Kandiszucker 422. Rübenzuckerproduction 423. C. Traubenzucker oder Glycose 423. Darstellung aus Trauben 424. aus Stärke 425. Anwendung des Traubenzuckers 426.

Gährungsgewerbe 426. Allgemeines 426. Geistige Gährung 427. Hefe 427. Bedingungen der geistigen Gährung 429.

Weinbereitung 430. Weinstock 430. Lese 430. Pressen 430. Chemische Bestand-

theile des Mostes 432. Gährung 432. Lagern des Weines 433. Bestandtheile des Weines 434. Alkoholermittelung 435. Vaporimeter von Geissler 435. Krankheiten des Weines 437. Klären und Gypsen des Weines 438. Rückstände der Weinbereitung 438. Schaumwein 439. Weinveredelung 441.

Bierbrauerei 443. Allgemeines 443. Getreide 444. Hopfen 444. Wasser 445. Ferment 446. Malzbereitung 446. (Einweichen 447. Keimen 448. Darren 448.) Bereitung der Würze 450. (Schroten 450. Maischen 450. Decoctionsmethode 451. Dickmaischverfahren 452. Auf Satz brauen 453. Infusionsmethode 454. Hopfenhalten 455. Kühlen 456. Kühlgeläger 457.) Gährung der Würze 457. (Untergährung 457. Obergährung 457. Nachgährung 459.) Bestandtheile des Bieres 460. Bierproben 462. nach Balling 462. Hallymetrische Bierprobe 463. Nebenproducte und Abfälle der Brauerei 464.

Spiritusfabrikation 465. Allgemeines 465. Alkohol 465. Rohmaterialien der Spiritusfabrikation 466. A. Darstellung der weingaren Maische 467. aus Getreide 467. aus Kartoffeln 468. mittelst Schwefelsäure 470. aus Rüben 471. aus Abfällen der Zuckerfabrikation 471. B. Destillation der Maische 472. Allgemeines über Destillation 472. Destillirapparat 473. Apparat von Dorn 474. von Pistorius 475. von Gall 477. von Schwarz 478. Entfuselung 480. Apparat von Falkmann 481. Ausbeute an Alkohol 481. Alkoholometrie 482. Brennereirückstände 483. Schlempe 483. — Presshefe 484. Pfundhefe 485.

Brotbäckerei 485. Allgemeines 485. Anmachen des Mehles 486. Kneten 486. Knetmaschinen 487. Backen und Backofen 488. Surrogate der Fermente 488. Aërated bread 490. Brotausbeute 490. Zusammensetzung 490. Verunreinigung des Brotes 491.

Essigfabrikation 491. Entstehungsweise des Essigs 491. Essig aus Alkohol 491. Aelteres Verfahren 493. Schnellessigfabrikation 493. Essig mittelst Platinmohr 495. Eigenschaften und Prüfung des Essigs 496. Acetometrie 496. Holzessig 497. — Holzgeist 499. Holzconservation 499. Austrocknen des Holzes 500. Entfernung der Saftbestandtheile 501. Chemische Veränderung der Saftbestandtheile 501. Boucherie's Methode 502. Apelt's Methode 502. Busse's Terresin 502.

Kaffee 502. — Thee 503. — Cacao 504. — Tabak 505. — Aetherische Oele 509. — Parfümerie 510. — Liqueurfabrikation 510. — Harze 511. — Siegellack 512. — Asphalt 512. — Kautschuk 513. — Gutta Percha 516. — Firnisse 518. — Druckerschwärze 519. — Kitte 521. —

IV. *Die Thierstoffe und ihre technische Anwendung.*

(Seite 524—595.)

Verarbeitung der Wolle 524. Abstammung und Beschaffenheit der Wolle 525. Arten der Wolle 525. Zusammensetzung 525. Eigenschaften der Wolle 526. Wäsche, Schur und Sortiren der Wolle 527. Spinnen der Streichwolle 527. Kunst- oder Lumpenwolle 529. Tuchweberei 530. (Weben, Waschen, Walken 530. Rauhen, Scheeren 530. Ausrüsten des Tuches 531.) Arten der Wollzeuge 532. Kammwoll- oder glatte Stoffe 532.

Verarbeitung der Seide 533. Allgemeines 533. Arten des Seidenspinners 534. Zucht der Seidenraupe 534. Zubereitung der Seide 536. (Sortiren der Cocons 536. Haspeln 536. Mouliniren 537. Titriren und Conditioniren 537. Entschälen 537.) Seidenweberei 538. Seidenzeuge 539. Unterscheidung der Seide von der Wolle etc. 539.

Gerberei 541. Allgemeines 541. Anatomie der Thierhaut 541. I. Roth- oder Lohgerberei 545. Gerbmaterialien 545. Prüfung derselben 546. Häute 547. Einweichen der Haut 547. Reinigen der Fleischseite 548. Reinigen der Haarseite 548. Schwellen der Häute 549. Gerben der geschwellten Blössen 550. Schnellgerberei 552. Zurichten der lohgaren Häute 553. — Juchten 555. — Saffian 556. — Corduan 557. — Lackirtes Leder 557. II. Alaun- oder weissgares Leder 558. Gemeine Weissgerberei 558. Ungarische Weissgerberei 560. Französische oder Erlanger Weissgerberei 560. Knapp's Leder mit unlöslichen Seifen 561. III. Sämisch- oder ölgares Leder 562. Waschleder 563. Rauchleder 563. — Pergament 563. — Chagrin 564.

Leimfabrikation 565. Allgemeines 565. Haut- oder Lederleim 566. Kalken des Leimgutes 566. Versieden 567. Formen der Gallerte 568. Trocknen des Leimes 568. Knochenleim 569. Flüssiger Leim 570. Leimprobe 570. Fischleim 572. Leimsurrogate 573. (Kleberleim, Eiweissleim, Caseïnleim 573.) Elastischer Leim 574.

Phosphorfabrikation 574. Allgemeines 574. Weissbrennen der Knochen 575. Destillation des Phosphors 576. Reinigen 578. Formen 579. Aufbewahren des Phosphors 579. Phosphordarstellung nach Donovan 580. nach Cari-Montrand 580. nach Fleck 580. nach Gentele 581. Eigenschaften des Phosphors 581. Rother oder amorpher Phosphor 582.

Knochenkohle 583. Darstellung derselben 583. Eigenschaften 584. Prüfung 584. Wiederbelebung der Knochenkohle 585.

Milch 585. Molken 586. Milchzucker 586. Milchprüfung 586. — Butter 587. — Käse 589.

Fleisch 590. Allgemeines 590 Bestandtheile des Fleisches 590. Zubereitung desselben 591. Kochen des Fleisches 592. Conservation des Fleisches 593. Fleischzwieback 594. Einsalzen 594. Räuchern 595.

V. *Die Färberei und Druckerei.*

(Seite 596—627.)

Färberei und Druckerei im Allgemeinen 596. Farbstoffe 596. Theerfarbstoffe 597. (Anilin- und Naphtalinfarben 598.) Lackfarben 597. Rothe Farbstoffe 598. (Krapp 598. Krapplack, Krappblumen, Azale, Garancin, Colorin 599. Rothholz 600. Sandelholz 600. Safflor 600. Cochenille 601. Lac-Dye 601. Kermes 601. Orseille, Persio, Cudbear 601 u. s. w.) Blaue Farbstoffe 602. (Indig 602. Indigprobe 603. Campecheholz 605. Lakmus 605.) Gelbe Farbstoffe 606. (Gelbholz 606. Fisetholz 606. Orlean 606. Gelbbeeren 606. Curcuma 606. Wau 606. Quercitron 606. Pikrinsäure 607.) Braune, grüne und schwarze Farben 607. (Tinte 607.)

Bleicherei 607. Bleichen der Baumwolle 609. der Seide 609. Wollbleiche 609.

Färberei 610. Allgemeines 610. Beizen 611. Wollfärberei 611. Blaufärberei 612. Indigküpen 612. Sächsischblau 614 Kaliblau 614. Holzblau 615. Gelbfärben 615. Rothfärben 615. Grünfärben 616. Schwarzfärben 616. Seidenfärberei 616. Baumwollfärberei 618. Türkischroth 618. Färben der leinenen Zeuge 619.

Zeugdruckerei 619. Allgemeines 619. Beizen 620. Verdickungsmittel 620. Reservagen 620. Aetzmittel 621. Baumwolldruck 622. Kessel- oder Krappfarbendruck 622. Tafelfarben 623. Aetzdruck 624. Druck mit Anilinfarben 624. Appretur 626. Wolldruck 626. Golgasdruck 626. Berilldruck 626. Seidendruck 626. Mandarinage 627.

VI. *Die Beleuchtung und Heizung.*

(Seite 628—711.)

Beleuchtung 628. Allgemeines 628. Flamme 629. I. Kerzenbeleuchtung 630. Talgkerzen 631. Stearinkerzen 632. Glycerin 633. Paraffin und Paraffinkerzen 634. Walrath- und Wachskerzen 635. II. Lampenbeleuchtung 636. Lampen 637. (Argand's Lampe 637. Flaschen- oder Sturzlampe 639. Benkler-Ruhl's Lampe 640. Liverpoollampe 641. Aerostatische Lampen 641. Hydrostatische Lampen 641. Uhr- oder Pumplampe 642. Moderateurlampe 643.) Camphin und Camphinlampe 644. Mineralöl 645. Photogen und Solaröl 645. Petroleum 645. Solaröllampe 646. Leuchtspirituslampe 648. III. Gasbeleuchtung 648. Geschichtliches 649. Rohmaterialien 649. Steinkohlengas 650. Nebenproducte der Kohlengasfabrikation 655. Holzgas 655. Theorie der Holzgasbereitung 656. Harzgas 657. Schiefergas 659. White's Verfahren der Gasfabrikation 659. Leuchtkraft des Gases 660. Aufsammlung und Vertheilung des Gases 661. Siderallicht 665. Elektrisches Licht 665. Vergleich der Leuchtmaterialien unter einander 666.

Heizung. Brennmaterialien 666. Brennwerthbestimmungen 667. Wärmeeffect 669. Holz 670. Holzkohlen 672. Meilerverkohlung 673. Haufenverkohlung 675. Verkohlung in Meileröfen 676. Ofenverkohlung 677. Eigenschaften der Kohlen 678. Röst- oder Rothkohle 679. Torf 680. Torfkohle 683. Braunkohle 683. Steinkohle 685 Koks 689. Künstliche Brennstoffe 691. Gasförmige Brennmaterialien 692. — Heizung und Feuerung 692. Allgemeines 692. Zimmerheizung 694. Luftheizung 700. Canalheizung 701. Warmwasserheizung 702. Dampfheizung 703. Gasheizung 703. Kesselheizung 704. Zündrequisiten 706. Fabrikation der Reibzündhölzer 708. Antiphosphorfeuerzeuge 710.

Einleitung.

Die Volkswirthschaftslehre hat eine Dreitheilung der menschlichen Thätigkeit aufgestellt, indem sie die producirende, die veredelnde und die vertheilende (umsetzende) Arbeit, die Produktion, die Fabrikation und den Handel von einander unterschieden hat. Hiervon bildet nun die veredelnde Arbeit, die es mit der Verarbeitung des Rohstoffes zu thun hat, das Gewerbe im engern Sinne. Die Lehre von den veredelnden Gewerben ist die Technologie. Dem Sinne des Wortes nach ist letztere die Lehre von den Künsten (τεχνης, λογος). Nach dieser allgemeinen Bedeutung wäre die Technologie der Inbegriff aller denkbaren Kunstfertigkeiten. Um nun zu einiger Begränzung zu gelangen, rechnet man zur Technologie nur jene Kunstfertigkeiten, welche Gegenstand dauernder Beschäftigung oder wirklichen Erwerbs sind oder werden können, mit alleiniger Ausnahme derjenigen, welche wie die Bildhauerkunst, Malerei und höhere Baukunst zur Befriedigung des ästhetischen Gefühles zu dienen bestimmt sind. In diesem Sinne wird die Technologie zur Gewerbelehre, Gewerbekunde.

Die Ausdrücke Technologie, Gewerbelehre, Gewerbekunde sind jedoch keineswegs gleichbedeutend. Bergbau und Handel gehören als producirende und umsetzende (vertheilende) Gewerbe in das Gebiet der Gewerbelehre, sicherlich aber nicht in das der Technologie. Bei einigen Industriezweigen ist die Stellung eine zweifelhafte; dahin gehört nicht das häufig mit dem Bergwesen vereinigte Hüttenwesen, das ohne Zweifel einen integrirenden Theil der Technologie ausmacht, wol aber der Eisenbahnbau, der Strassenbau, die Schifffahrt, die Kunst des Maurers und Zimmermanns, die Artilleriewissenschaft u. s. w. Letztere Zweige werden meist Gegenstand specieller Behandlung.

Die Technologie ist keine selbständige Wissenschaft mit eigenthümlichen Grundsätzen, sondern fusst lediglich auf der Anwendung der Principien und Erfahrungssätze der Chemie, Physik und Mechanik auf Verarbeitung der Rohmaterialien zu Gegenständen des physischen Gebrauches. Sie ist demnach praktische Naturwissenschaft und hat den Zweck, die technisch-industrielle Thätigkeit auf ihre naturwissenschaftliche Basis zurückzuführen, und zu lehren, auf welche Weise diese letzteren zum Vortheil der sittlichen Menschheit zu verwenden und auszubeuten seien.

Durch die Verarbeitung der Rohstoffe, die entweder Naturprodukte oder schon Fabrikate sein können, wird entweder nur deren Form oder deren innere

Körperlichkeit (Substanz, Materie) verändert. Je nachdem nun das Eine oder das Andere geschieht, zerfallen die sämmtlichen Gewerbe, deren Wesen uns die Technologie lehrt, in mechanische und chemische. Man theilt deshalb auch die Technologie ein in mechanische und chemische Technologie.

Die mechanische Technologie umfasst diejenigen Gewerbe, durch welche der Rohstoff nur seiner Gestalt nach verändert wird, seiner Natur und Substanz nach aber derselbe bleibt; sie betrachtet z. B. die Verarbeitung des Holzes, die Umwandelung des Eisens in Schienen, in Blech und Draht, die des Silbers in Geschirre und Münzen, die der Kupferlegirungen und des Stahles zu Kanonen und zu Glocken, die der Gespinnstfasern (Flachs, Baumwolle, Seide, Wolle) zu Gespinnsten und Geweben, der Lumpen zu Papier, des Hornes zu Kämmen etc.

Die chemische Technologie dagegen hat es mit jenen Gewerben zu thun, durch welche der Rohstoff seiner Natur nach verändert wird, wie es der Fall ist bei der Umwandelung des Bleies in Bleiweiss und Bleizucker; des Kupfers in Grünspan und Vitriol; des Torfes und der Braunkohle in Paraffin, Solaröl und Photogen; des Oeles und Fettes in Seife und Stearinkerzen; des Stärkemehls und der Holzfaser in Zucker und Weingeist; des Weingeistes in Essig; der Verarbeitung der Gerste und des Hopfens zu Bier; der Ausscheidung des Eisens aus seinen Erzen; der Ueberführung des Roheisens in geschmeidiges Eisen, die des letzteren in Stahl; der Gewinnung des Leuchtgases aus dem Holze und den Steinkohlen u. s. w. In den meisten Fällen ist die Bearbeitung des Rohstoffes mechanisch und chemisch zugleich wie z. B. in der Glasfabrikation, wobei man Sand mit Potasche, Glaubersalz oder Soda und Kalkstein zur Glasmasse zusammenschmilzt und die Masse zu Gefässen und Platten verarbeitet; ferner in der Rübenzuckerfabrikation, bei welcher zwar der Rohstoff, der Zucker, seiner Natur nach völlig unverändert bleibt, auch die Gewinnung des Saftes etc. eine rein mechanische Operation ist; die Läuterungsmethoden sind aber sämmtlich chemische Processe. Aehnliches gilt von der Stärkemehlfabrikation und der Gerberei, zum grossen Theile auch von den Operationen der Färberei.

Eine strenge Sichtung beider Theile der Technologie ist nicht möglich, daher definiren wir chemische Technologie als die Lehre von denjenigen Gewerben, durch deren Betrieb vorzugsweise die Natur des Rohstoffes verändert wird.

I. Die chemische Metallurgie.

Allgemeines.

Begriff des Wortes Metallurgie. Die Metallurgie im engeren Sinne des Wortes umfasst die Lehre von den theils mechanischen, theils chemischen Processen, durch welche die Metalle und gewisse Verbindungen derselben im Grossen (in Hüttenwerken) dargestellt werden. Wir haben es ausschliesslich mit den chemischen Hüttenprocessen zu thun, indem wir die Veränderungen verfolgen, welche das Erz unter der Hand des Hüttenmannes erfährt, bis dahin, wo das Metall oder ein anderes Hüttenprodukt daraus hervorgeht.

Die Metalle, mit deren Ausbringung sich die Metallurgie beschäftigt, sind nicht sehr zahlreich; die wichtigsten derselben sind: 1) Eisen, 2) Kobalt, 3) Nickel, 4) Kupfer, 5) Blei, 6) Chrom, 7) Zinn, 8) Wismut, 9) Zink, 10) Antimon, 11) Arsenik, 12) Quecksilber, 13) Platin, 14) Silber, 15) Gold. Mit Ausnahme des Chroms und des Kobalts (welches letztere indessen auch in neuerer Zeit auf metallurgischem Wege im Grossen gewonnen worden ist) werden sämmtliche Metalle in den Hüttenwerken fast nur metallisch dargestellt. Von dem Nickel, Antimon und Arsenik stellt man ausserdem Verbindungen dar. An die genannten Metalle schliesst sich an 16) das Aluminium.

Die Metallurgie führt als Theil der Technologie die Hüttenprocesse, nach denen die Ausbringung der Metalle erfolgt, auf physikalische und chemische Principien zurück. Die metallurgische *Hüttenkunde* macht es sich dagegen zur Aufgabe, die auf genannten Grundsätzen ruhenden Operationen näher zu beschreiben.

Nur wenige Metalle finden sich gediegen, die meisten kommen in chemischen Erze. Verbindungen im Mineralreiche, in den Erzen vor, worunter man gewöhnlich ein Gemenge einer oder mehrerer jener natürlichen Verbindungen mit dem begleitenden Gestein oder überhaupt alle Mineralien versteht, welche durch ihren Metallgehalt die Aufmerksamkeit des Berg- und Hüttenmannes auf sich zu lenken geeignet sind. Die Erze sind das Material, das von dem Hüttenmann zugute gemacht wird. Diejenigen Stoffe, mit denen das Metall am häufigsten in den Erzen verbunden vorkommt, sind der Sauerstoff und der Schwefel.

In den Erzen kommen die Metalle in folgenden Zuständen vor:

1) Gediegen, z. B. Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer und Wismut;

2) Mit Schwefel, Antimon oder Arsenik verbunden, und zwar

a) als einfache Erze, z. B. Zinnober $Hg\ S$, Bleiglanz $Pb\ S$, Speisskobalt $Co\ As_2$;

b) als Doppelerze, z. B. Buntkupfererz $Fe_2\ S_3$, $3\ Cu_2\ S$, Kupferkies $Fe_2\ S_3$, $Cu_2\ S$, Rothgiltigerz $Sb\ S_3$, $3\ Ag\ S$;

3) Mit Sauerstoff verbunden, als

a) basische Oxyde, z. B. Eisenglanz $Fe_2\ O_3$, Zinnstein $Sn\ O_2$, Rothkupfererz $Cu_2\ O$;

b) Oxydhydrate, z. B. Brauneisenstein $2\ Fe_2\ O_3$, $3\ HO$;

c) Sauerstoffsalze, z. B. Kupferlasur $3\ CuO$, $2\ CO_2 + HO$;

4) Mit Schwefel und Sauerstoff verbunden, z. B. Rothspiessglanzerz $2\ Sb\ S_3 + Sb\ O_3$;

5) Mit Salzbildern verbunden, z. B. Hornsilber $Ag\ Cl$;

6) In Verbindung mit Salzbildern und Sauerstoff, z. B. Bleihornerz PbO, $CO_2 + Pb\ Cl$, Atakamit $3\ CuO$, HO, $Cu\ Cl$.

Aufbereitung. Die Erze sind theils mit Erzen anderer Metalle vermengt, theils durch die Gebirgsart verunreinigt, in welcher die Lagerstätte des Erzes sich befindet. Daher bedürfen die Erze meist einer Zertheilung und Scheidung von den fremden Erzen und den beigemengten erdigen Massen (Gangart, taubes Gestein). Die dies bezweckende Arbeit heisst die Aufbereitung. Schon an der Grube beginnt die Scheidung, indem man alles taube Gestein bei Seite wirft. Man sortirt die Erze gewöhnlich in drei Haufen; der erste Haufen (Stuferze) ist so reichhaltig, dass er direct in der Hütte verschmolzen werden kann; der zweite Haufen enthält ärmeres Erz (Mittelerz), welches, ehe es zugutegemacht werden kann, aufbereitet werden muss; der dritte Haufen besteht zum grössten Theile aus Gangart, so dass die geringe Quantität des darin enthaltenen Erzes die Ausbringungskosten nicht deckt. Die Aufbereitung der Erze geschieht entweder nur durch Menschenhände (trockene Aufbereitung), oder durch Maschinenkraft (künstliche oder nasse Aufbereitung). Der letzteren geht die erstere stets voran; die nasse Aufbereitung soll nur vollenden, was durch die Aufbereitung auf trocknem Wege nicht mehr ausgeführt werden konnte.

Vorbereitung. Durch die Operation der Aufbereitung erlangen die Erze jene Reichhaltigkeit, welche zu der Verarbeitung derselben in den Hütten erforderlich ist. Ehe man den Schmelzprocess einleitet, ist in vielen Fällen eine Vorbereitung der Erze nothwendig, die entweder im Verwittern und Abliegen der Erze an der Luft besteht, oder in einer Erhitzung ohne Luftzutritt, dem Brennen, oder mit Luftzutritt, dem Rösten. Durch das Verwittern und Abliegen an der Luft bezweckt man eine mechanische Absonderung des Lettens und Schieferthones von den Erznieren, wie es hauptsächlich bei den Eisenerzen und bei dem Galmei vorkommt, auch zuweilen eine Oxydation der Eisenerze und des beigemengten Schwefelkieses zu Eisenvitriol, der dann durch den Regen fortgewaschen wird. Das Brennen, Calciniren oder Mürbebrennen soll gewisse Erze, wie Eisensteine, Galmei, Kupferschiefer etc., auflockern dadurch, dass flüchtige Stoffe, wie Wasser, Kohlensäure, bituminöse Substanzen, ausgetrieben werden, oder allein durch die ausdehnende Kraft der Wärme. Durch das Rösten bewirkt man eine ähnliche, aber durchgreifendere Wirkung; man erhitzt dabei die Erze bis zu einer Temperatur, bei welcher noch keine Schmelzung stattfindet, wohl aber chemische Einwirkung der Luft und Wärme, zuweilen auch fester Zuschläge wie Kochsalz auf das zu röstende Erz stattfinden kann.

Man will durch das Rösten immer eine Oxydation, theils mit, theils ohne Verflüchtigung bezwecken. Letzterer Fall findet z. B. statt beim Rösten des Magneteisensteines ($Fe_2\ O_3$, FeO), dessen Oxydul allmählich in Oxyd übergeht. Bei einer Oxydation mit Verflüchtigung kann dreierlei stattfinden, nämlich:

1) eine Verflüchtigung gewisser Bestandtheile durch Oxydation; dieser Röstmethode werden gewöhnlich Schwefel-, Arsen- und Antimonverbindungen unterworfen, wobei schweflige Säure, arsenige Säure und Antimonoxyd sich verflüchtigen, während entweder Metall hervortritt, wie beim Rösten von Zinnober, oder sich die Metalle in Oxyde oder in schwefelsaure Salze umwandeln. Die verflüchtigten Substanzen lassen sich zum Theil auffangen und nutzbar machen, so die schweflige Säure zur Darstellung von englischer Schwefelsäure, die arsenige Säure etc.;

2) eine Verflüchtigung gewisser Bestandtheile durch Reduction; sie kommt seltener und hauptsächlich bei schwefelsauren und arseniksauren Metalloxyden durch Erhitzen derselben mit Kalk vor, wobei der Schwefel als schweflige Säure, das Arsenik als solches entweicht;

3) eine Verflüchtigung durch Ueberführung in Chlormetalle, wenn bei der Röstung des Erzes mit Kochsalz bei Zutritt der Luft sich zum Theil flüchtige Chlorverbindungen erzeugen, wie es bei der Silbergewinnung durch Amalgamation und nach der Methode von Augustin der Fall ist.

Zugutemachen. Auf die Vorbereitung folgt das Zugutemachen der Erze, wobei in der Regel der Schmelzprocess Anwendung findet, durch welchen man die Ausbringung des Metalles oder einer Verbindung desselben beabsichtigt. Diejenigen chemischen Operationen im Grossen, welche mit der Ausbringung eines Metalles oder einer Verbindung desselben endigen, nennt man Hüttenprocesse.

Nur selten macht man einzelne Erzsorten für sich allein zugute, in den meisten Fällen mischt man ärmere und reichere Erze derselben Art, um die Erzmasse auf einen gewissen mittleren Gehalt zu bringen. Diese Mengungsarbeit nennt man das Gattiren (Maschen, Mischen, Möllern). Man bezweckt dabei auch die verschiedenen Gangarten, welche die Erze begleiten, in der Weise zu mengen, dass sie beim darauf folgenden Schmelzen zur Bildung einer Schlacke von erforderlicher Beschaffenheit beitragen. Wo durch das Gattiren der Erze eine solche Beschaffenheit nicht herzustellen ist, setzt man gewisse Substanzen hinzu, die man je nach ihrer Wirkung Zuschläge oder Flüsse nennt. Zuschläge veranlassen die Abscheidung eines nutzbaren Bestandtheils aus einem Erze oder aus einem Hüttenprodukte und dienen zu dessen Ansammlung. Die Zuschläge sind Röstzuschläge wie Kohle, gebrannter Kalk, Kochsalz, Schmelzzuschläge wie Quarz und gewisse Silicate (Hornblende, Feldspath, Augit, Grünstein, Chlorit, Schlacken), Kalkmineralien wie Kalkstein, Flussspath, Gyps, Schwerspath, Thonmineralien wie Thonschiefer, Lehm u. s. w., salzige Zuschläge wie Potasche, Borax, Glaubersalz, Salpeter, metallische Zuschläge wie Eisen (bei der Zerlegung von Zinnober und Bleiglanz), Zink (zur Extraction des Silbers aus Werkblei), Arsenik (zur Anreicherung des Nickel- und Kobaltgehaltes in Speisen), Eisenhammerschlag, Rotheisenstein und Braunstein (beim Frischen des Roheisens); salzige Zuschläge, zu welchen vorzüglich die eisenoxydulreichen Frischschlacken gehören, welche entweder durch ihren Sauerstoffgehalt (beim Eisenfrischen) oder durch ihren Eisengehalt als Niederschlagsmittel (zum Niederschlagen des Bleies aus dem Bleiglanz) wirken.

Die Flüsse befördern nur die Abscheidung des Metalles, indem das Erz leicht flüssiger gemacht wird und die ausgebrachten Metalltheilchen sich leichter vereinigen können. Man kann die Flüsse in drei Abtheilungen bringen, nämlich 1) in solche, die auf das Schmelzgemenge nicht wesentlich chemisch einwirken, sondern nur Leichtflüssigkeit und Verdünnung bewirken; hierher gehören Flussspath, Borax, Kochsalz, verschiedene Schlackensorten, 2) in solche, welche ausserdem auch reducirend wirken, wie ein Gemenge von Weinstein und Salpeter (schwarzer Fluss), 3) in diejenigen, deren Wirkung endlich auch noch in einer absorbirenden, entweder von Säuren oder von Basen besteht; letztere Abtheilung schliesst sich an die Zuschläge an.

Beschicken. Das Vermengen der Erze mit Zuschlägen und Flüssen wird das Beschicken (Auflaufen) genannt.

Hüttenprodukte. Durch die Hüttenprocesse werden die Hüttenprodukte erzeugt, welche sind 1) durch den Schmelzprocess fallende Metalle — Edukte. Der relative Grad ihrer Reinheit wird bei edlen Metallen mit fein (Feinsilber, Feingold), bei unedlen Metallen mit gar oder roh (Garkupfer, Roheisen) bezeichnet. Ein höherer Grad von Reinheit wird durch das Wort raffinirt ausgedrückt. 2) Solche Hüttenprodukte, welche in den Erzen nicht fertig gebildet enthalten sind, sondern erst während des Zugutemachens in der Weise sich bilden, dass mehrere Bestandtheile der Erze und der Beschickung sich vereinigen, nennt man Hüttenfabrikate; sie sind meist schon Handelswaare; es gehört hierher das antimon- und arsenikhaltige Hartblei, der Stahl, die arsenige Säure, Operment und Realgar, das Schwefelantimon etc. Bei der Erzeugung der Edukte bilden sich vielfache Nebenprodukte, die, wenn sie noch so viel von dem auszubringenden Metalle enthalten, dass die weitere Verarbeitung möglich wird, 3) Zwischenprodukte, im entgegengesetzten Falle, in welchem sie als nicht schmelzwürdig aus der Hütte entfernt werden, 4) Abfälle heissen. Die Zwischenprodukte sind Legirungen (Tellersilber aus Silber, Kupfer und Blei bestehend; Werkblei, Blei mit etwas Silber und Kupfer; Schwarzkupfer, Kupfer mit Eisen, Blei etc.), Schwefelmetalle (Steine, Leche), Arsenikmetalle (Speisen, so z. B. die Kobaltspeise der Blaufarbenwerke), Kohlenmetalle (z. B. Roheisen und Stahl), Oxyde (z. B. Bleiglätte).

Schlacken. Die hauptsächlichsten Hüttenabfälle sind die Schlacken, jene bei den meisten Schmelzprocessen erfolgenden glas- oder emailähnlichen Massen, deren wichtigste die Silicatschlacken, d. h. Verbindungen der Kieselsäure mit Erden und Metalloxyden sind. Ihre Beschaffenheit ist von ihrem Gehalte an Kieselsäure abhängig; in Bezug darauf theilt man sie in Sub-, Singulo-, Bi- und Trisilicate, welche folgende chemische Formeln haben:

Subsilicat	SiO_3, 6 RO	oder	SiO_3, 2 R_2O_3.	
Singulosilicat	SiO_3, 3 RO	„	SiO_3, R_2O_3.	
Bisilicat	2 SiO_3, 3 RO	„	2 SiO_3, R_2O_3.	
Trisilicat	SiO_3, RO	„	3 SiO_3, R_2O_3.	

Die Schlacken sind entweder glasig oder krystallinisch. Aus den krystallinischen Schlacken scheiden sich oft krystallinische Partien von Silicaten aus, welche völlig mit gewissen Mineralien übereinstimmen, so z. B. Augit, Wollastonit, Glimmer, Idokras, Chrysolith, Feldspath u. s. w. Die Gemenge der Singulosilicate geben im Allgemeinen dünnflüssige (frische oder basische), schnell erstarrende Schlacken, die Bi- und Trisilicate dagegen zähflüssige (saigere oder saure) und nur langsam fest werdende.

Das Eisen.

(Fe = 28)

Das Eisen. Vorkommen desselben. Das Eisen ist das wichtigste und nützlichste aller Metalle, da sein Gebrauch mit allen Zweigen der Technik und fast allen Bedürfnissen des Lebens auf das Innigste verwebt ist. Die ausserordentliche Anwendung verdankt das Eisen hauptsächlich der Leichtigkeit, mit der es in Folge eigenthümlicher Modificationen bei seiner Darstellung und Verarbeitung, unter gänzlich verändertem Charakter, mit neuen und immer nutzbaren Eigenschaften auftritt.

Nur selten kommt es gediegen in den Meteorsteinen vor, meist findet es sich oxydirt oder mit Schwefel verbunden, oder auch in Gestalt kohlensauer oder kieselsaurer Salze in der Natur. Nur die Sauerstoffverbindungen können zur Darstellung des Eisens im Grossen angewendet werden.

Die wichtigsten Eisenerze sind folgende:

1) Der Magneteisenstein ($Fe_2O_3 + FeO = Fe_3 O_4$) ist das reichste Eisenerz (es enthält gegen 72 pCt. Eisen), und findet sich allgemein verbreitet, besonders aber in Schweden, vor. Aus diesem Eisenerz stellt man das berühmte schwedische Eisen z. B das von Dannemora dar. Nicht selten wird es von Schwefelkies, Bleiglanz, Kupferkies, Apatit u. a. Mineralien begleitet, wodurch seine Brauchbarkeit als Eisenerz beeinträchtigt wird.

2) Der Rotheisenstein oder der Eisenglanz ($Fe_2 O_3$) enthält 69 pCt. Eisen. Der Rotheisenstein findet sich in Gängen und Lagern im älteren Gebirge, so wie eingesprengt in Gneuss, Granit u. s. w.; er kommt ferner im Uebergangsgebirge vor und heisst nach seinen physikalischen Eigenschaften Glaskopf (Blutstein), Eisenrahm, Eisenocker. Mit Kieselerde gemengt heisst der Rotheisenstein Kieseleisenstein, mit Thon gemengt Thoneisenstein. Der Eisenglanz ist krystallisirtes Eisenoxyd, dessen bedeutendste Lagerstätte sich auf der Insel Elba findet. Der Rotheisenstein dient in seinen Varietäten als hauptsächlichstes Material der Eisengewinnung bei Altenberg und Freiberg in Sachsen, auf dem Harz, im Herzogthum Nassau.

3) Der Spatheisenstein (Eisenspath, Stahlstein) (FeO, CO_2) (mit 48,3 pCt. Eisen) ist der Hauptbestandtheil der metallführenden Formation; er enthält fast immer grössere oder geringere Mengen von kohlensaurem Manganoxydul. Das kugelige, nierenförmige kohlensaure Eisenoxydul heisst Sphärosiderit. Ausserdem führt er in seinen verschiedenen Zuständen die Namen Kohleeisenstein und Flinz. Man wendet dieses Erz in Sachsen häufig zur Eisengewinnung an. In Steiermark und in Siegen dient es zur Fabrikation des Rohstahls.

4) Aus dem Spatheisenstein entsteht durch die Einwirkung von Luft und von kohlensäurehaltigem Wasser als secundäres Produkt der Brauneisenstein ($Fe_2 O_3 + HO$), welcher je nach seinen physikalischen Eigenschaften die Namen Lepidokrokit, Nadeleisenerz, Rubinglimmer (Pyrosiderit) und Stilpnosiderit führt. Dieses Eisenerz enthält häufig kohlensaure Kalkerde, Kieselsäure, Thon u. s. w.

5) Bohnerz, kuglige Körner meist mit concentrisch schaliger Absonderung, ein häufig im südwestlichen Deutschland und in Frankreich angewendetes Eisenerz, dessen Entstehungsweise nicht bekannt ist. Es besteht entweder aus Kieselsäure, Eisenoxydul und Wasser ($3\ FeO + SiO_3$) oder aus Brauneisenstein und Kieselthon.

6) Der Raseneisenstein (Wiesenerz, Morasterz, Sumpferz, Seeerz) findet sich im Norden Deutschlands, in Schweden in Torfmooren und unter dem Rasen der Wiesen. Er entsteht durch die Einwirkung von kohlensäurehaltigem, Eisenoxydul enthaltendem Wasser auf Vegetabilien. Er kommt in knolligen oder schlammartigen Massen von brauner oder schwarzer Farbe vor und besteht aus Eisenoxydhydrat, Manganoxyd, Phosphorsäure, organischen Bestandtheilen und Sand. Nach Hermann besteht er aus $Fe_2 O_3$, $3\ HO + Mn_2 O_3$, $HO + Fe_2 O_3$, $PO_5 + 6\ HO$ und $3\ Fe_2 O_3$, $Apcr + 6\ HO$ (dreibasisch quellsatzsaurem Eisenoxyd). Das daraus gewonnene Eisen wird theils zum Guss benutzt, wozu es sich wegen seiner Dünnflüssigkeit und weil es die Formen gut ausfüllt, besonders eignet, theils aber auch in Stabeisen verwandelt, welches jedoch des Phosphorgehaltes wegen brüchig ist.

7) Der Franklinit ($Fe_2 O_3$, ZnO) wird neuerlich in Nordamerika (New-

Jersey) ebenfalls als Eisenerz verwendet, zugleich wird aber auch Zink daraus gewonnen.

In metallurgischer Hinsicht theilt man die Eisenerze in leicht und schwer reducirbare (leicht- und schwerschmelzbare). Zu den ersteren gehören diejenigen welche bei der vorbereitenden Röstung eine poröse Beschaffenheit annehmen, die es den reducirenden Hohofengasen ermöglicht, schnell zu reduciren und zu schmelzen; dies ist der Fall bei dem Eisenspath, welcher Kohlensäure, und dem Brauneisenstein, welcher beim Rösten Wasser verliert. Schwer reducirbare Eisenerze sind Eisenglanz, Rotheisenstein und Magneteisenstein.

Ausbringen des Eisens.

Das Ausbringen des Eisens aus den Erzen gründet sich vorzugsweise auf folgende zwei Eigenschaften:

1) Theilchen von reinem oder fast reinem Eisen, im Hohofen so gut als unschmelzbar, kleben bei starker Rothglühhitze zu grösseren Massen zusammen (Schweissbarkeit des Eisens);

2) bei hoher Temperatur bildet das Eisen mit Kohlenstoff eine leicht schmelzbare Verbindung (Kohleeisen, Roheisen, Gusseisen).

In früheren Zeiten, und jetzt nur noch spärlich in einigen Gegenden, war die directe Darstellung des Eisens (Stabeisen) aus den Erzen durch die sogenannte Rennarbeit oder Luppenfrischerei sehr üblich; die Rennarbeit lieferte zwar ein vorzüglich reines und zähes Stabeisen, gestattete jedoch nur eine geringe Ausdehnung der Fabrikation und eine sehr unvollkommene Benutzung der Erze. Gegenwärtig gewinnt man das Eisen, indem man zuerst Roheisen darstellt und dieses dann durch den Puddlings- oder Frischprocess entkohlt.

Das Ausbringen des Eisens zerfällt in das Rösten und in das Zugutemachen. Das Rösten der Eisenerze hat zum Zweck, gewisse Substanzen, wie das Wasser und die Kohlensäure zu entfernen und die Masse mürber und poröser und so zur Reduction geschickter zu machen. Die gerösteten Eisenerze werden darauf zerkleinert und reichere Erze mit ärmeren in dem Verhältniss gemischt, welches nach der Erfahrung die grösste Ausbeute giebt. Die gemengten Erze, welche aus einer Sauerstoffverbindung des Eisens und Ganges (Kieselsäure oder Kalk) bestehen, werden mit kalkhaltigen Substanzen gemengt und stark erhitzt zu metallischem Eisen reducirt, denn:

Theorie des Ausbringens.

$$Fe_2\,O_3 + 3\,C = 3\,CO + 2\,Fe;$$

die Kohle bewirkt mithin bei dem Ausbringen des Eisens als Brennmaterial und als Reductionsmittel. Nähme man aber den Process vor, indem man die zerkleinerten und gerösteten Erze mit Kohle mengte und dem Schmelzprocess unterwürfe, so würde man das Eisen in fein zertheilter Gestalt als schwammige Metallmasse erhalten. Um das fein zertheilte Eisen aber zu einer Masse zu vereinigen, setzt man vor dem Ausschmelzen Körper zu, welche sich mit der Gangart zu einer leichtflüssigen Glasmasse verbinden. Diese Masse heisst die Schlacke und dient also dazu, die in den Erzen enthaltenen fremden und der Qualität des Eisens zum Theil schädlichen Bestandtheile zu entfernen, das Zusammenfliessen der geschmolzenen Metalltheilchen zu bewirken und das bereits gebildete Roheisen vor der oxydirenden Wirkung der Gebläseluft zu schützen. Die Schlacke ist ein Gemeng mehrerer kieselsaurer Salze, das entweder schon mit den Eisenerzen selbst bricht, oder wie schon erwähnt wurde, durch Zusatz während des Schmelzens erst entsteht. Es ist nothwendig, dass die Schlacke bei derselben Temperatur schmilzt, bei welcher das Eisen flüssig wird. Mangelt es an Kieselsäure, so setzt man Quarz, Sand, mangelt es an Basen, so setzt man Kalkstein oder Flussspath hinzu. Das Gemenge von

ärmeren und reicheren Eisenerzen heisst die Gattirung, die mit den Zuschlägen und Flüssen, d. h. mit den schlackebildenden Substanzen gemengte Gattirung die Beschickung, welche nicht über 50 pCt. Eisen enthalten darf.

Wenn Eisen im breiartigen Zustande mit Kohle zusammenkommt, wie dies bei dem Ausbringen des Eisens der Fall ist, so wird ein grosser Theil der Kohle von dem entstandenen dünnflüssigen Roheisen gelöst; beim Erkalten des Eisens scheidet sich der grösste Theil der Kohle krystallinisch als Hohofengraphit ab, während ein anderer Theil der Kohle mit dem Eisen chemisch verbunden bleibt. Durch das Ausschmelzen lässt sich demnach kein reines, sondern nur kohlehaltiges Eisen (Roheisen, Gusseisen) gewinnen.

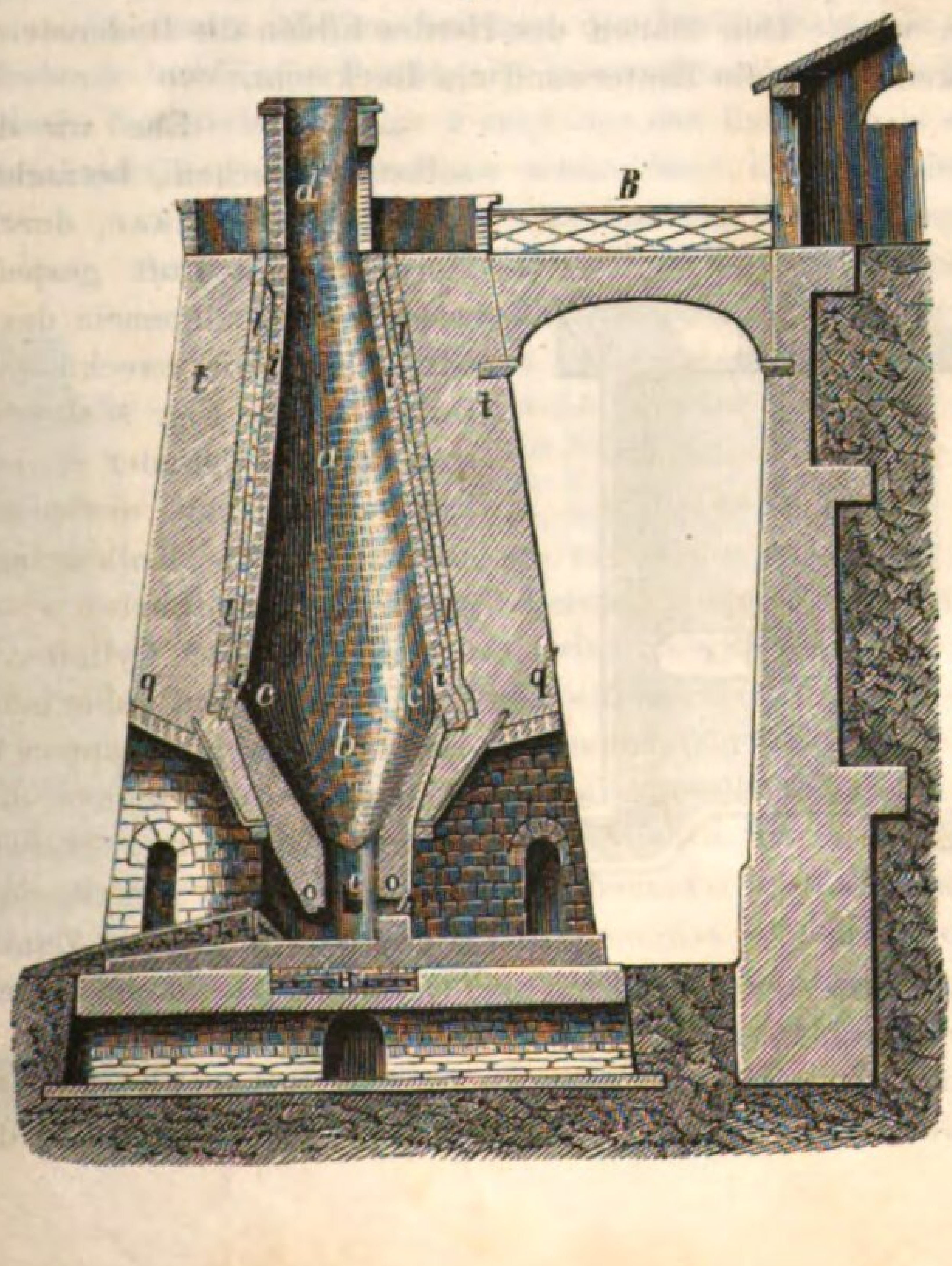
Hochofenprocess. Jetzt führt man den Schmelzprocess allgemein in Hohöfen (Hochöfen), zuweilen auch noch in Blauöfen aus. Der ganze Process der Eisengewinnung zerfällt:

I. In die Abscheidung des Eisens aus den Eisenerzen durch den Hochofenprocess;

II. In die Umwandelung des so erhaltenen Roheisens in Stabeisen durch den Frisch- oder Puddelprocess.

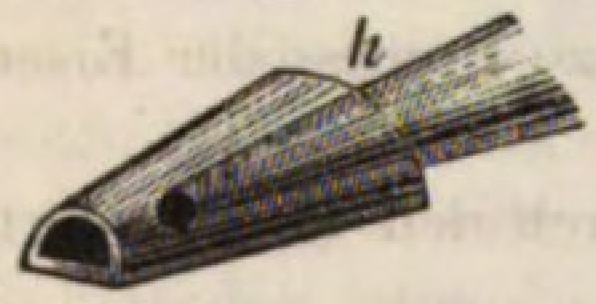
Beschreibung des Hochofens. Ein Hochofen ist ein mit starkem Gemäuer (Rauchmauer *t*) umgebener Schachtofen von 20 — 50 Fuss Höhe, dessen innerer Theil der Kernschacht oder die Seele die Gestalt zweier, mit den Grundflächen aneinander gefügter, abgestutzter Kegel hat. Die Mauer des eigentlichen Kernschachtes *i i* umgiebt eine zweite *L*, welche den Rauchschacht bildet, an welche sich das Mauerwerk des Ofens, die Rauhmauer *t* anschliesst. Zwischen Kern- und Rauchschacht findet sich

Fig. 1.



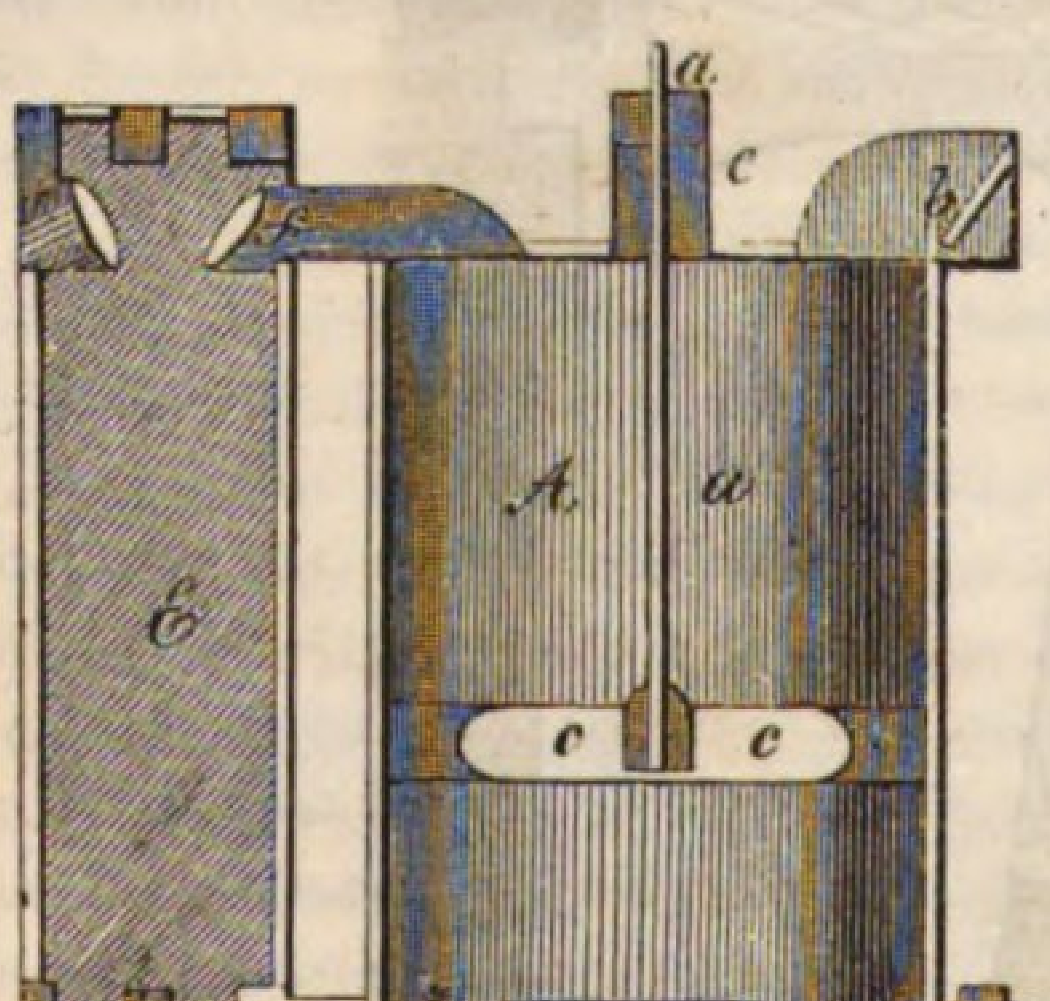
ein Raum für die Füllung ausgespart, welcher mit schlechten Wärmeleitern angefüllt ist und zugleich der Ausdehnung des Kernschachtes durch die Wärme den nöthigen Spielraum gestattet. Der Theil des Kernschachtes *a* heisst der Schacht, *b* die Rast. Der Theil *c*, wo der Kernschacht den grössten Durchmesser hat, wird Kohlensack oder Bauch genannt. Unterhalb der Rast zieht sich der Raum zu dem Gestell *f* zusammen, dessen unterer Theil (der Eisenkasten) das geschmolzene Roheisen aufnimmt (siehe vorstehende Fig. 1). In dem Gestell, der wichtigste Theil des Hochofens, insofern in demselben der Schmelzprocess vor sich geht, befinden sich, einander gegenüber liegend, zwei Oeffnungen mit eingesetzten, halbcylinderischen Röhren (Formen) *h* (Fig. 2), in welche die Mundstücke (Düsen, Deusen, Deupen) der Windleitungsröhren, welche den Hochofen mit Luft versehen, eintreten. Die obere Oeffnung des Schachtes *d* heisst die Gicht, durch dieselbe wird die Beschickung und Brennmaterial in den Hochofen gebracht. Letzterer ist entweder an einem Abhange gebaut, so dass man auf einem Wege zur Gicht gelangen kann, oder es führt zu demselben die Gichtbrücke *B*. Der untere Theil des Gestelles ist nach der Vorderseite hin verlängert und bildet den Vorherd, welcher durch den Wallstein *e* begrenzt ist. Auf der einen Seite steht der Wallstein von der Wand ab und bildet eine Spalte, die sogenannte Abstichöffnung, welche während des Schmelzens mit Thon verstopft ist, darauf aber zum Ablassen des geschmolzenen Eisens und der Schlacke dient Der Wallstein ist zum Schutze mit einer Eisenplatte bedeckt. Die Brustwand reicht nicht bis auf den Boden des Herdes, sondern endigt in einer bestimmten Höhe über demselben mit einem Gewölbe oder Stein, dem Tümpelstein *o*, welcher durch ein massives Eisenstück, das Tümpeleisen, getragen wird. Den Boden des Herdes bilden die Bodensteine, die Seitenwände die Backensteine, die Hinterwand ein Rückstein.

Fig. 2.



Gebläse. Ehe wir die Schmelzung selbst besprechen, betrachten wir in der Kürze das Gebläse, durch welches der Hochofen mit Luft gespeist wird. Man wendet jetzt allgemein das Cylindergebläse an. Die zweckmässigste Art desselben ist die Fig. 3 abgebildete. In dem gusseisernen Cylinder *A*, in dem der Kolben *c c* auf und nieder bewegt werden kann, geht die Kolbenstange *a* luftdicht durch die Stopfbüchse *e*; durch *b* und *d* communicirt der Cylinder mit der freien Luft, durch *f* und *g* aber mit dem Kasten *E*; darin angebrachte Klappen bewirken durch Schliessen und Oeffnen die Füllung des Kastens *E* mit Luft. Durch ein bei *i* angebrachtes Rohr strömt sie in den Feuerraum des Hochofens. Zum Reguliren des Gebläses benutzt man einen grossen, aus Eisenblech luftdicht zusammengenieteten Ballon, in welchen man die Luft aus dem Kasten *E* treten lässt. Das Princip desselben ist dem des Gasometers in Leuchtgasfabriken gleich. Die Anwendung von erhitzter Gebläseluft ist eine der wichtigsten Verbesserungen, da sie den Auf-

Fig. 3.



wand von Brennmaterial im hohen Grade vermindert und die Benutzung von Steinkohlen gestattet, trotzdem haben sich die meisten Eisenhütten genöthigt gesehen, zur kalten Gebläseluft zurückzukehren, weil die Anwendung der heissen Gebläseluft zu Störungen im regelmässigen Gange des Hochofens Veranlassung giebt, ausserdem auch die übermässig hohe Hitze im Gestell die feuerfestesten Steine zu sehr angreift und daher die Campagne zu sehr abkürzt.

Gang der Schmelzung

Das Ausschmelzen geschieht auf folgende Weise. Man heizt zuerst den Ofen an, indem man auf dessen Boden Holz anzündet und bringt darauf das Brennmaterial (in Deutschland früher meist Holzkohlen, gegenwärtig wie in England Koks), bis endlich der ganze Schacht mit glühenden Kohlen angefüllt ist. Zu gleicher Zeit setzt man die Gebläse in Thätigkeit und trägt schichtenweise das Brennmaterial und die beschickten Erze ein. In dem Maase, als die Kohlen verbrennen und Erze und Zuschlag schmelzen, sinken die Schichten allmälig nieder. Die Kieselerde schmilzt mit den vorhandenen Erden und Oxyden zu Schlacke zusammen, die durch Eisenoxydgehalt gewöhnlich gefärbt erscheint, während das schon früher reducirte halbflüssige Eisen sich mit dem Kohlenstoff zu leichtflüssigem Roheisen oder Gusseisen vereinigt. Das geschmolzene Eisen sammelt sich am Boden des Gestelles an; auf dem Eisen schwimmen die geschmolzenen Schlacken, die man über dem Wallstein abfliessen lässt. Das flüssige Eisen, das fast die Höhe des Wallsteins erreicht hat, wird durch das Einstossen der Verstopfung der Abstichöffnung über Rinnen alle zwölf Stunden abgestochen, wobei es durch einen schon vorher im Sande vor dem Ofen gemachten Ablassgraben nach den Formen geleitet wird. Während des Abstechens sind die Gebläse in Ruhe. Roheisen in Mulden nennt man Flossen, in Barren Gänze. Das Schmelzen (die Campagne oder Hüttenreise) dauert gewöhnlich so lange, als der Ofen aushält, oft mehrere Jahre.

Chemischer Process im Innern des Hochofens.

Der beim Niederschmelzen der Beschickung im Hochofen stattfindende chemische Process ist in verschiedener Höhe im Hochofen ein sehr verschiedener. Nachstehende Fig. 4 zeigt uns das Innere eines mit Beschickung und Brennmaterial gefüllten Hochofens im senkrechten Durchschnitte. Die schmaleren Schichten bedeuten die Beschickung, die breiteren das Brennmaterial. Von der Oberfläche der flüssigen Schlacke *f f* an bis zum Gichtniveau lässt sich das Innere in fünf Regionen oder Zonen eintheilen, nämlich:

Fig. 4.



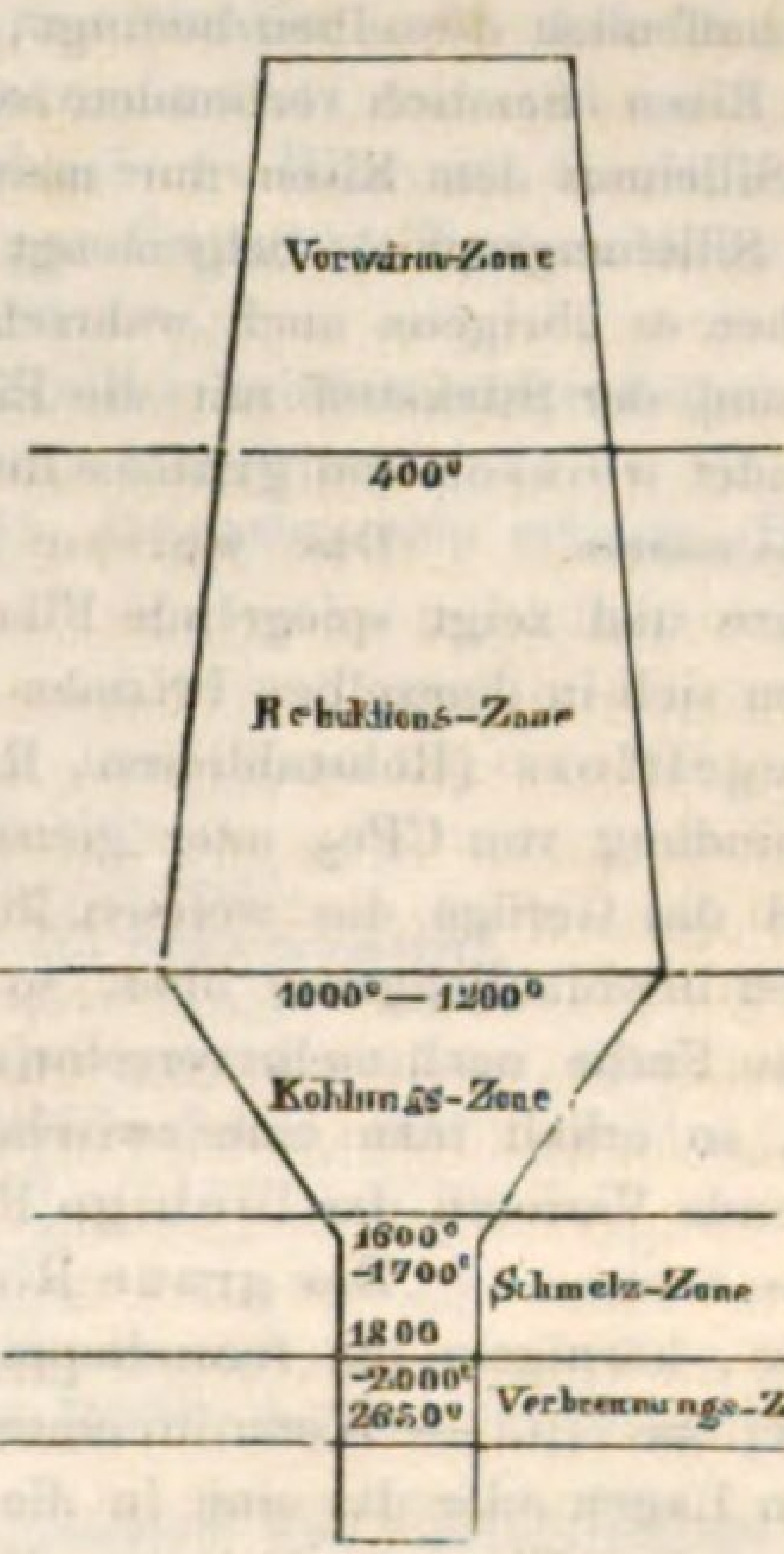
1) in die Vorwärmzone *a b*,
2) die Reductionszone *b c*,
3) die Kohlungszone *c d*,
4) die Schmelzzone *d e*,
5) die Verbrennungszone *e f*.

In dem oberen Theile des Schachtraumes, der Vorwärmzone, wird die Beschickung vorgewärmt und vollständig ausgetrocknet. Innerhalb dieser Zone gelangt das Erz kaum zum schwachen Glühen. Die Reductionszone hat die beträchtlichste Ausdehnung; im unteren Theile des Schachtes, besonders in der Gegend des Kohlensackes, wird das Eisenoxyd durch Einwirkung der reducirenden Gase zuerst zu Eisenoxydul-Oxyd und endlich zu metallischem Eisen reducirt. Die in dieser Zone vorhandenen reducirenden Agentien sind: Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Cyanwasserstoffgas oder Cyankaliumdämpfe. An einer Stelle dieser Zone ist das Eisen als hämmerbares

Eisen vorhanden. Noch tiefer im Ofen, in der Kohlungszone findet die Kohlung des Eisens statt, wodurch sich stahlartiges Eisen bildet, das mehr oder weniger zusammengesintert aus dem Kohlungsraum in die Schmelzzone gelangt und sich hier mit Kohlenstoff zu Gusseisen sättigt. In der Verbrennungs- oder Oxydationszone, im Vergleich zu den übrigen Zonen nur von sehr geringem Umfange, trifft die aus den Düsen in den Ofen strömende Luft auf Kohlen, welche sich in stärkster Weissglut befinden und bildet mit denselben Kohlensäure, welche aber, indem sie durch die höher liegenden Schichten Kohle strömt, zu Kohlenoxyd reducirt wird ($CO_2 + C = 2\ CO$); durch die Verbrennung des in dem Brennmaterial enthaltenen Wasserstoffs wird aber auch Wasser gebildet, welches nebst dem durch die Gebläseluft eingeführten Wasserdampfe (welchen man in der neueren Zeit durch vorheriges Leiten der Gebläseluft über englische Schwefelsäure zu entfernen sucht), durch die grosse Hitze des mittleren Theiles in seine Bestandtheile, in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird. Der Sauerstoff bildet mit der Kohle Kohlenoxyd, während der Wasserstoff mit der Kohle Kohlenwasserstoff bildet. Ausserdem tritt der Stickstoff des Brennmaterials (der Koks), so wie ein Theil des Stickstoffs der eingeblasenen atmosphärischen Luft mit der Kohle zusammen und bildet Cyan (-metalle oder -wasserstoff). Die reducirenden Gase treffen die erhitzten Erze und bewirken die Reduction der Metalloxyde, während die Gase (Gichtgase, Hochofengase) durch die Gicht entweichen. Das reducirte Eisen verbindet sich, indem es tiefer sinkt, mit Kohlenstoff zu Roheisen, schmilzt dabei und wird durch die Schlacke vereinigt. Indem das Roheisen durch seine Schwere herabsinkt und die Region des Ofens erreicht, in welcher die Hitze am stärksten ist, wirkt sein Kohlenstoff auf die Thonerde, den Kalk, die Kieselerde u. s. w., deren Metalle sich mit dem Eisen verbinden. Aus neueren Untersuchungen geht hervor, dass die bei dem Hochofenprocess in so grosser Menge sich bildende Cyanwasserstoffsäure, indem sie sich mit den in dem Brennmaterial und den Schlacken enthaltenen Alkalien und Erden zu Cyanmetallen vereinigt, wesentlich bei der Reduction der Eisenerze mitwirkt. Und nicht ganz unwahrscheinlich ist es, dass selbst das Roheisen nicht nur Kohlenstoffeisen, durch Zersetzung von Cyaneisen entstanden, ist, sondern Cyaneisen (vielleicht auch Stickstoffeisen) beigemengt enthält; es sei hierbei an die Entdeckung Wöhler's erinnert, dass die ebenfalls durch den Hochofenprocess entstehenden Titanwürfel kein metallisches Titan, sondern Stickstofftitan-Titancyanür ($3\ Ti_3N + TiC_2N$) sind. Wie bedeutend die Erzeugung von Cyanmetallen bei den mit Steinkohlen betriebenen Hochöfen sein mag, geht aus einer Untersuchung von Bunsen und Playfair über den Process der englischen Roheisenbereitung hervor, nach welcher in einem Hochofen täglich gegen 225 Pfund Cyankalium erzeugt werden. Eck zu Königshütte in Oberschlesien bemerkte auch die Bildung von Cyankalium und Rhodankalium; er berechnete aus dem Kaligehalte des Eisenerzes (Thoneisenstein), des Zuschlages und der Steinkohlen, dass im Ofen zu Königshütte täglich $35^1/_2$ Pfund Cyankalium gebildet werden können. In der Schmelzzone findet auch Reduction der Thonerde und Kieselerde zu Aluminium und Silicium statt.

Vertheilung der Temperatur in dem Hochofen. Fig. 5 zeigt uns die an den Grenzen der verschiedenen Zonen des Hochofens herrschenden Temperaturen. Die Temperatur der Verbrennungszone würde eine höhere sein, als es in der That der Fall ist, wenn nicht die Umwandelung der Kohlensäure in Kohlenoxyd durch Aufnahme von Kohlenstoff eine bedeutende Temperaturerniedrigung zur Folge hätte. Das Kohlensäuregas verdoppelt nämlich sein Volumen, indem es durch Aufnahme von Kohle in Kohlenoxyd

Fig. 5.



übergeht; dieses Uebergehen des Kohlenstoffs in den gasförmigen Zustand ist mit Bindung von Wärme verknüpft.

Wenn man bedenkt, dass in den Hochöfen unter den günstigsten nahe liegenden Verhältnissen nur 16,55 pCt. Brennmaterial im Ofen zur Realisation gelangen, während 83,45 pCt. aber in der Gicht in der Form brennbarer Gase verloren gehen, so lag es auf der Hand, diese Gichtgase anzuwenden, und dies ist auch mit dem glücklichsten Erfolge zum Schmelzen und Frischen des Eisens, zum Ausschweissen des gefrischten Eisens in Flammenöfen, zum Erwärmen der Gebläseluft, zum Rösten der Eisensteine, zum Darren und Verkohlen des Holzes etc. geschehen. Die Anwendung derselben scheint aber noch keineswegs erschöpft, denn **Bunsen** und **Playfair** fanden, dass die Gase der Steinkohlenhochöfen **Ammoniak** in solcher Menge enthalten, dass dessen Gegenwart besonders in den tieferen Theilen des Ofenschachts schon durch den Geruch zu erkennen ist. Die genannten Chemiker gelangten zur Ueberzeugung, dass die Verwerthung des Ammoniaks auf die einfachste Weise ausgeführt werden könne, indem man die Gase vor ihrer Verwendung als Brennmaterial durch einen mit Salzsäure versehenen Condensationsraum leitet. Wenn man die durch die Verdichtung des Ammoniaks erhaltene Salmiaklösung fortwährend in die Pfanne eines geeigneten Flammenofens fliessen lässt, in welchem man einen kleinen Theil des Gasstromes über der Flüssigkeit verbrennt, so lässt sich der Abdampfungsprocess dergestalt reguliren, dass man den Salmiak in einer fortwährend abfliessenden, concentrirten Lösung als metallurgisches Nebenprodukt erhält. Aus dem Alfreton-Hochofen in England könnte man auf diese Weise täglich 2,44 Centner Salmiak als Nebenprodukt, ohne erhebliche Kostenerhöhung des Betriebes und ohne die mindeste Störung des Processes gewinnen. Was die **Ammoniakbildung** hierbei anlangt, so hängt sie mit der oben erwähnten **Cyanbildung** zusammen. Es ist bekannt, dass z. B. Cyankalium, wenn es mit Wasserdämpfen zusammenkommt, in Ammoniak und ameisensaures Kali zerfällt ($KC_2N + 4\,HO = NH_3 + C_2HKO_4$), ebenso wie umgekehrt aus ameisensaurem Ammoniak, indem man aus demselben allen Sauerstoff in Form von Wasser austreten lässt, Cyanwasserstoffsäure gebildet wird ($C_2H\,(NH_4)\,O_4 - 4\,HO = C_2NH$). Das durch den Hochofenprocess erhaltene Eisen heisst das **Roheisen oder Gusseisen**. Dasselbe besteht aus Eisen, Kohlenstoff (als Graphit und in Form von Eisencarburet), Silicium (als Siliciumgraphit und in Form von Siliciumeisen), Schwefel, Phosphor, Arsenik, Aluminium. Von dem Kohlenstoffgehalte ist die Farbe und die Beschaffenheit des Roheisens abhängig. Früher glaubte man, dass die mehr oder weniger dunkle Farbe des Roheisens von einem grösseren oder geringeren Kohlenstoffgehalte abhängig sei, so dass die dunkelste Sorte die grösste Menge und die hellste die geringste Menge Kohlenstoff enthielte. Gegenwärtig ist aber bewiesen, dass nicht die Menge, dass vielmehr die verschiedene Art und Weise,

Gichtgase.

Anwendung derselben zur Darstellung von Salmiak.

Roheisen oder Gusseisen.

wie der Kohlenstoff (und das ihm analoge Silicium) im Roheisen vorkommt, die Beschaffenheit desselben bedingt, dass ein Theil des Kohlenstoffs und Siliciums mit dem Eisen chemisch verbunden sei, während der grösste Theil des Kohlenstoffs und des Siliciums dem Eisen nur mechanisch in Form von Graphit (Kohlenstoffgraphit und Siliciumgraphit) beigemengt ist. Neue Untersuchungen von Frémy u. A. machen es übrigens auch wahrscheinlich, dass das Roheisen öfters stickstoffhaltig sei und der Stickstoff mit die Eigenschaften des Roheisens bedinge. Man unterscheidet weisses und graues Roheisen.

Weisses Roheisen. Das weisse Roheisen ist von silberweisser Farbe, starkem Glanze und zeigt spiegelnde Flächen, das specifische Gewicht = 7,5. Zuweilen lassen sich in demselben Prismen erkennen, man nennt es dann Spiegeleisen oder Spiegelfloss (Rohstahleisen, Rohstahlstoff); diese Eisensorte lässt sich als eine Verbindung von CFe_3 oder genauer $Fe_3C + Fe_4C$ (mit 5,93 pCt. C) betrachten. Wird das Gefüge des weissen Roheisens strahlig-faserig und geht die Farbe desselben ins bläulichgraue über, so heisst die Varietät blumiges Floss. Wenn die weisse Farbe noch mehr verschwindet und die Bruchflächen anfangen zackig zu werden, so erhält man eine zwischen dem weissen und grauen Roheisen in der Mitte stehende Varietät, das luckige Floss.

Graues Roheisen. Das graue Roheisen ist von hellgrauer bis dunkelschwarzgrauer Farbe, körnigem bis feinschuppigem Gefüge. Das spec. Gewicht desselben ist im Mittel = 7,0. — Wenn in einem Stücke beide Roheisensorten, entweder in besonderen Lagen oder das eine in die Masse des andern zerstreut vorkommen, so heisst ein solches Eisen halbirtes Roheisen. Der chemische Unterschied zwischen weissem und grauem Roheisen liegt darin, dass ersteres nur chemisch gebundenen Kohlenstoff (4—5 pCt.), letzteres wenig gebundenen Kohlenstoff (0,5 — 2 pCt.), aber viel mechanisch beigemengten (1,3 — 3,7 pCt.) enthält. In Bezug auf den Schmelzpunkt des Roheisens ist zu erwähnen, dass das weisse Roheisen, das am meisten Kohlenstoff enthält, am leichtesten schmilzt; das graue Roheisen ist viel dünnflüssiger als das weisse. Geschmiedet kann das Roheisen nicht werden, da es in der Glühhitze zwar weich und mürbe wird, dass es mit einer gewöhnlichen Holzsäge leicht geschnitten werden kann, unter dem Hammer aber auseinander fliegt. Wegen der dünnflüssigen Beschaffenheit wird das graue Roheisen vorzüglich zu Gusswaaren angewendet, es füllt die Formen mit grosser Schärfe und Reinheit aus, während weisses Roheisen mit stumpfen Ecken und concaver Oberfläche erstarrt und deshalb nie zum Giessen angewendet werden kann. Das graue Roheisen ist ferner hinlänglich weich, um gefeilt, gehobelt, gebohrt und gedreht werden zu können; das weisse Roheisen ist dagegen so hart, dass es jeder mechanischen Verarbeitung widersteht.

Auf die Beschaffenheit des aus dem Hochofen erhaltenen Roheisens ist nicht nur die Beschickung, sondern auch hauptsächlich die Temperatur des Ofens von grösstem Einflusse. Es scheint, als ob sich im Hochofen bei jeder Beschickung zuerst stets weises Roheisen bildet und dass dieses erst bei sehr gesteigerter Temperatur in graues Roheisen überzugehen vermag. Findet die Reduction bei einem richtigen Quantitätsverhältniss zwischen Erz, Zuschlag und Brennmaterial statt, so wird der Gang des Hochofens ein garer (Gargang) genannt. Man erhält dadurch ein Roheisen mit gehörigem Kohlenstoffgehalt. Die Schlacke ist bei diesem Gange niemals dunkel gefärbt, weil sie nur wenig Eisenoxydul enthält. Wenn in Folge von vorherrschendem Erze, also von mangelndem Brennmaterial, die Temperatur, welche zur vollständigen Kohlung des Eisens erforderlich ist, nicht erreicht wird, so findet nicht

selten nur unvollständige Reduction statt, in Folge deren eine grosse Menge von Eisenoxydul in die Schlacke geht und derselben eine dunkle Farbe ertheilt. Der Gang des Ofens wird in diesem Falle ein übersetzter, roher oder scharfer genannt. Durch überwiegendes Brennmaterial, wodurch die Hitze im Hochofen zu sehr gesteigert wird, wird ein heisser oder hitziger Gang des Hochofens hervorgebracht und graues Roheisen gebildet.

Die Resultate der chemischen Untersuchung einiger Roheisensorten mögen die Zusammensetzung des Roheisens im Allgemeinen veranschaulichen:

1. Spiegeleisen aus 14 Th. Spatheisenstein, 9 Th. Brauneisenstein erhalten (Hammerhütte).
2. Blumiges Floss aus Steiermark.
3. Weisses Roheisen.
4. Halbirtes Roheisen.
5. Graues Roheisen (aus Brauneisenstein mit Holzkohle).
6. Graues Roheisen (aus Brauneisenstein und Spatheisenstein).
7. Graues Roheisen (aus ockrigem Brauneisenstein mit Koks erblasen).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Gebundener Kohlenstoff	5,14	4,92	2,91	2,78	0,89	1,03	0,58
Graphit	0	0	0	1,99	3,71	3,62	2,57
Schwefel	0,02	0,017	0,01	0	—	—	—
Phosphor	0,08	0	0,08	1,23	—	—	—
Silicium	0,55	0	0	0,71	—	—	—
Mangan	4,49	0	1,79	0	—	—	—

Das Zeichen —, dass auf den Körper nicht geprüft, das Zeichen 0, dass der Körper nicht gefunden wurde.

M. Buchner fand bei einer Untersuchung des Kohlenstoff- und Siliciumgehaltes des Roheisens:

	1.	2.	3.	4.	5	6.
$C\alpha$	4,14	3,80	4,09	3,75	3,31	3,03
$C\beta$	—	—	—	—	—	—
Si	0,01	0,01	0,26	0,27	Spur	0,15

1. 2. 3. 4. Spiegeleisen, grossblättrig oder vollkommen krystallinisch. 5. 6. Luckiges Roheisen.

	7.	8.	9.	10.	11.	12.
$C\alpha$	3,40	2,70	2,13	3,60	3,34	2,72
$C\beta$	—	—	—	—		
Si	0,14	0,12	0,10	0,66	0,10	0,20

8. 9. Weisses grelles Roheisen. 10. Weisses Gusseisen. 11. Halbirtes Roheisen. 12. Stark halbirtes Roheisen.

	13.	14.	15.	16.	17.	18.
$C\alpha$	2,17	1,35	1,18	0,71	0,38	0,26
$C\beta$	2,11	2,47	2,42	2,79	3,28	3,83
Si	0,09	0,70	0,66	1,53	1,62	0,59

13. Minder halbirtes Gusseisen. 14. 15. 16. Graues Gusseisen. 17. Schaumiges grobkörniges Roheisen. 18. Ueberkohltes schwarzgraues Roheisen.

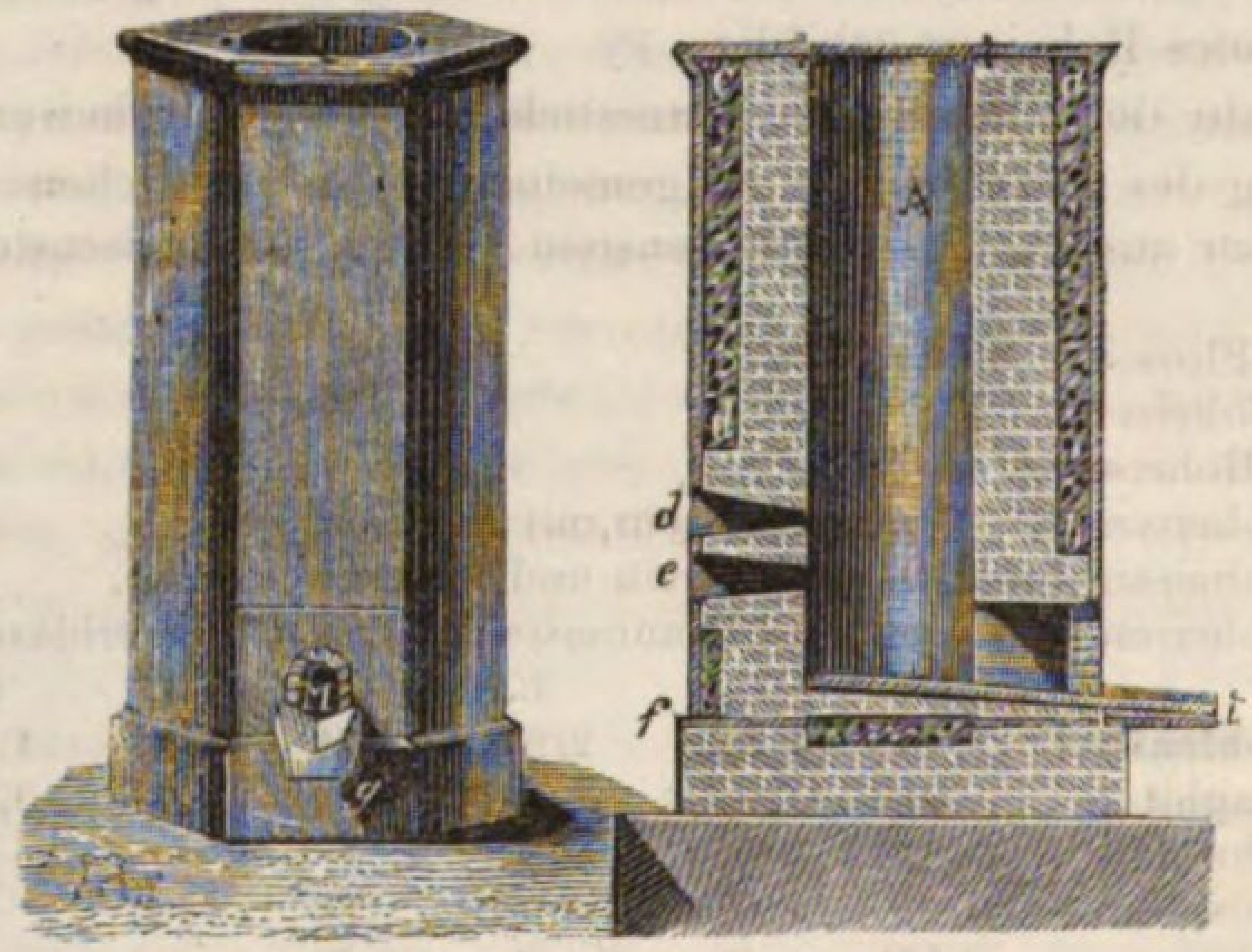
Eisengiesserei. Umschmelzen des Roheisens.

Obgleich das Giessen des Eisens direct aus dem Hochofen (Hochofenguss) geschehen kann, zieht man es vor, die Flossen oder Gänze umzuschmelzen (Umschmelzebetrieb), dies geschieht entweder in Tiegeln, in Schachtöfen oder in Flammenöfen. Tiegel (von Graphit oder feuerbeständigem Thon) wendet man nur zum Giessen kleiner Gegenstände an, man schmilzt gewöhnlich darin 5 — 8 Pfund. Am häufigsten findet der Schacht- oder Kupolofen Anwendung; Fig. 6 u. 7 (Seite 16) zeigen einen solchen Ofen; er besteht aus einem cylindrischen Schachtofen von 8 — 10 Fuss Höhe, in welchem man durch die Gicht das Roheisen und das Brennmaterial (Holzkohlen oder Koks) schichtweise in den Schacht A einträgt; die Oeffnungen c und d dienen zur Einführung der Düsen des Gebläses. Die nach der Rinne B führende Oeffnung

Schacht- oder Kupolofen.

ist während des Schmelzens verschlossen; wenn das geschmolzene Eisen die Oeffnung *a* erreicht hat, wird dieselbe vermittelst Thon verschlossen und die zuerst in *a* befind-

Fig. 6. Fig. 7.



liche Düse in die Oeffnung *d* gelegt. Das geschmolzene Eisen wird entweder in die Form unmittelbar geleitet, oder in eiserne, mit Thon überstrichene Giesspfannen gelassen und nach der Form hingetragen. Auch hierbei hat die Benutzung von heisser Gebläseluft bedeutende Ersparniss an Brennmaterial zur Folge gehabt. —

Flammenofen. Das Umschmelzen des Roheisens in Flammenöfen endlich geht in einem gewöhnlichen Flammenofen auf die Weise vor sich, dass man das Eisen auf dem mit Sand bedeckten Schmelzherde, der in der Richtung seiner Länge etwas geneigt ist und an dessen tieferliegenden schmalen Seite das Stichloch zum Abstechen des geschmolzenen Eisens befindlich ist, schmelzen lässt und dann absticht. Auf dem Feuerherde befindet sich Steinkohlenfeuer, dessen Flamme über eine niedrige Scheidewand (die Feuerbrücke) hinweg über den Schmelzherd zieht, denselben in seiner ganzen Längenausdehnung bestreicht und endlich in einen hohen Schornstein tritt. Aus dem Stichloche läuft das Eisen entweder direct in die Formen, oder man füllt damit lehmbestrichene Kellen und Pfannen, die von den Arbeitern zu den Formen getragen und dort durch Umneigen ausgegossen werden. In einem Flammenofen lassen sich mehr als fünfzig Centner Roheisen auf einmal umschmelzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Roheisen während des Umschmelzens in Flammenöfen mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, dadurch theilweise entkohlt und zu Gusswaaren untauglich wird.

Ein wesentlicher und schwieriger Theil der Eisengiesserei besteht in der Herstellung der Gussformen. Je nach den Materialien, aus denen die Formen bestehen, unterscheidet man 1) Sandguss in Formen aus Sand, der so fein sein muss, dass die feinsten Gegenstände sich darin abdrücken lassen, und so zusammenhaften, dass die schärfsten Kanten stehen bleiben; er enthält so viel Thon, dass er sich beim Befeuchten mit Wasser ballt; er wird vorher durch einen Zusatz von Kohlenstaub locker gemacht, damit die Wasserdämpfe, die bei der Berührung des heissen Gusseisens mit dem feuchten Sand sich bilden, leicht entweichen können. Bei Gegenständen, die auf der einen Seite eben sind, wie Gitter, Platten, Räder etc. wendet man den Herdguss an, d. h. man giesst auf einem Theile der Hüttensohle, der mit Formsand bedeckt ist; in diesem Formsand ist das Modell so eingedrückt, dass

dessen Oberfläche horizontal ist. Zu zusammengesetzteren Gusswaaren, z. B. zu Töpfen, wendet man den **Kastenguss** an. Die Sandformen werden vor dem Eingiessen des Eisens nicht getrocknet; 2) der **Masseguss** in Formen aus Sand und Lehm, wobei die Formen vor dem Giessen sorgfältig getrocknet werden müssen; 3) der **Lehmguss** in Formen aus Lehm, der gesiebt, angefeuchtet und um das Reissen beim Trocknen zu verhüten, mit Pferdemist durchknetet ist; 4) der **Schalenguss** in gusseiserne Formen. Letzterer wird nur selten und zwar nur zu Hartwalzen zum Ausstrecken des Blechs, die eine grosse Härte besitzen müssen, benutzt. Er gründet sich auf die Eigenschaft des grauen Roheisens, im geschmolzenen Zustand durch schnelle Abkühlung rasch zum Erstarren gebracht, in hartes weisses Roheisen überzugehen. Giesst man daher das Roheisen in gusseiserne Formen, welche die Wärme schnell ableiten, so wird die äussere Schicht in Folge der schnellen Abkühlung weiss und hart. So kann man Walzen giessen, die an der Oberfläche sehr hart, und doch, weil sie im Innern aus grauem Roheisen bestehen, nicht spröde und zerbrechlich sind.

Der am häufigsten angewendete Guss ist der Sandguss; man benutzt ihn zum Giessen von Ofenplatten, Rädern, Gittern, Maasstäben etc. Den Masseguss wendet man an, wenn man ein Zusammenstürzen einer Sandform zu fürchten hat; man benutzt diesen Guss zum Giessen von eisernen Röhren und Kanonen. Zur Herstellung der letzteren findet das halbirte Roheisen Anwendung, indem dasselbe Zähigkeit mit Elasticität und einer gewissen Härte vereinigt; es scheint indessen, als werde das Roheisen (und auch das bisher angewendete Geschützmetall) in der Geschützgiesserei in der Zukunft vollständig durch den Gusstahl ersetzt werden, wie die Fabrikate von **Krupp** in Essen beweisen. Man benutzt den Masseguss auch zu den sogenannten Galanteriewaaren aus Eisenguss (Schreibzeuge, Leuchter, Ringe etc.). Den Lehmguss wendet man endlich für sehr grosse Gegenstände an, und besonders für solche, wozu man kein besonderes Modell machen will oder kann, z. B. zum Giessen von grossen Kesseln, Glocken etc. Man unterscheidet dabei drei Haupttheile:

a) den Kern, der an Grösse und Gestalt dem Inneren des Gussstücks gleichkommt,
b) das Modell (Hemd, Eisenstärke) und
c) den Mantel (die Einhüllung des Modells).

Die Lehmformen werden scharf getrocknet. Der **Kunstguss**, d. i. die Anfertigung von Monumenten, Statuen etc. ist gleichfalls Lehmguss; hiezu beginnt aber in der neueren Zeit das Zink das Gusseisen zu verdrängen.

Bei solchen Gegenständen, welche viel Erhabenheiten auf ihrer Oberfläche, und besonders eine solche Form haben, dass ein theilweises Abheben des Mantels nicht ausführbar ist, wie z. B. bei dem Guss von Grabmonumenten, Kunstöfen, Statuen u. s. w. wird auf den gebrannten Kern die Form in Wachsabgüssen aufgetragen. Das von dem Modelleur angefertigte Modell wird in Gyps abgegossen, und es werden so viel einzelne Gypsformen dargestellt, als des Abhebens wegen nöthig sind. Man giesst das Wachs in die einzelnen Formen, trägt die Wachsabgüsse auf den Kern und setzt sie auf demselben vorsichtig zusammen. Diese Wachsform wird mit feingeschlämmtem Thon, der mit etwas Graphit gemischt worden ist, überpinselt, und nachdem dies mehreremale geschehen ist, die Form mit einer stärkeren, mit Kuhhaaren untermengten Thonschicht umgeben. Ist der Ueberzug getrocknet, so schmilzt man das Wachs durch Erwärmen der Form heraus.

Adouciren. Tempern. Nach dem Gusse werden die Gusswaaren durch mechanische Bearbeitung vollendet, es werden z. B. die Giessnähte abgehauen, der eingebrannte Sand

von der Oberfläche abgelöst u. s. w. Oft müssen die Eisengüsse ausgebohrt, gedreht und geschliffen werden. Da dieselben nun durch schnelles Erkalten auf der Oberfläche oft solche Härte und Sprödigkeit besitzen, als wären sie aus weissem Roheisen gegossen und dadurch nicht mit Feilen, Meisseln etc. bearbeitet werden können, so sucht man solchen Eisengüssen durch das Adouciren (Tempern, Anlassen) die nöthige Weichheit zu ertheilen. Das Adouciren besteht wesentlich in anhaltendem starkem Glühen der Gussstücke in einer Einhüllung und sehr langsamem Erkalten. Das Adouciren geschieht entweder auf physikalischem oder auf chemischem Wege. Im ersteren Falle, in welchem keine chemische Veränderung eintritt und das Harteisen nur durch Anderslagerung der Moleküle in weiches Eisen übergeht, überzieht man die Gegenstände mit Lehm und glüht sie zwischen Kohlen aus, oder man glüht sie einfach unter trocknem Kiessand, oder in mit Kohlenstaub angefüllten Kapseln bei nicht anhaltender Rothglühhitze. Sollen die Gusswaaren durch das Adouciren zugleich eine gewisse Festigkeit erhalten, welche dem Stahl und Stabeisen eigenthümlich ist, so muss die Einhüllung und länger anhaltende Hitze chemisch, d. h. entkohlend einwirken. Als Hülle benutzt man ein Cementirpulver aus Kohle, Knochenasche, Eisenhammerschlag und rothem Eisenoxyd. Gleichmässig und durch die ganze Masse hindurch entkohlten Eisenguss nennt man hämmerbaren, schmiedbaren Eisenguss. Auf diese Weise stellt man neuerdings viele kleine Gegenstände aus Gusseisen dar, die man früher zu schmieden pflegte, wie z. B. Schlüssel, Lichtputzen, Schnallen u. s. w. Durch Einsatzhärtung (siehe bei Stahl) lassen sich diese Gegenstände oberflächlich verstählen, so macht man jetzt z. B. gegossene Scheeren und Messer (selbst Rasirmesser), die sich von den stählernen kaum unterscheiden lassen. Man überzieht die gegossenen Gegenstände mit einem Firniss von Steinkohlentheer und Graphit, oder Leinölfirniss und Kienruss.

Emailliren von eisernen Geschirren. Die eisernen Kochgeschirre pflegt man auf der inneren Seite zu emailliren; dies geschieht, indem man die Fläche durch verdünnte Schwefelsäure von Oxyd befreit, einen aus Borax, Quarz, Feldspath, Thon und Wasser bestehenden Brei in dem Gefässe umherschwenkt, auf den feuchten Ueberzug ein feines Pulver von Feldspath, Soda, Borax und Zinnoxyd streut, und darauf die Geschirre in einer Muffel bis zum Schmelzen der Glasmasse erhitzt. Das in Frankreich fabricirte glasirte Eisen ist ein ähnliches emaillirtes Eisen. Die Glasurmasse wird durch Zusammenschmelzen von 130 Th. Flintglaspulver, $20^1/_2$ Th. kohlensaurem Natron und 12 Th. Borsäure dargesellt. Man benutzt das glasirte Eisen hauptsächlich statt der Zinkgefässe und verzinnter Blechgeschirre, namentlich verfertigt man daraus Zuckerhutformen und Krystallisirgefässe für Sterarinsäure.

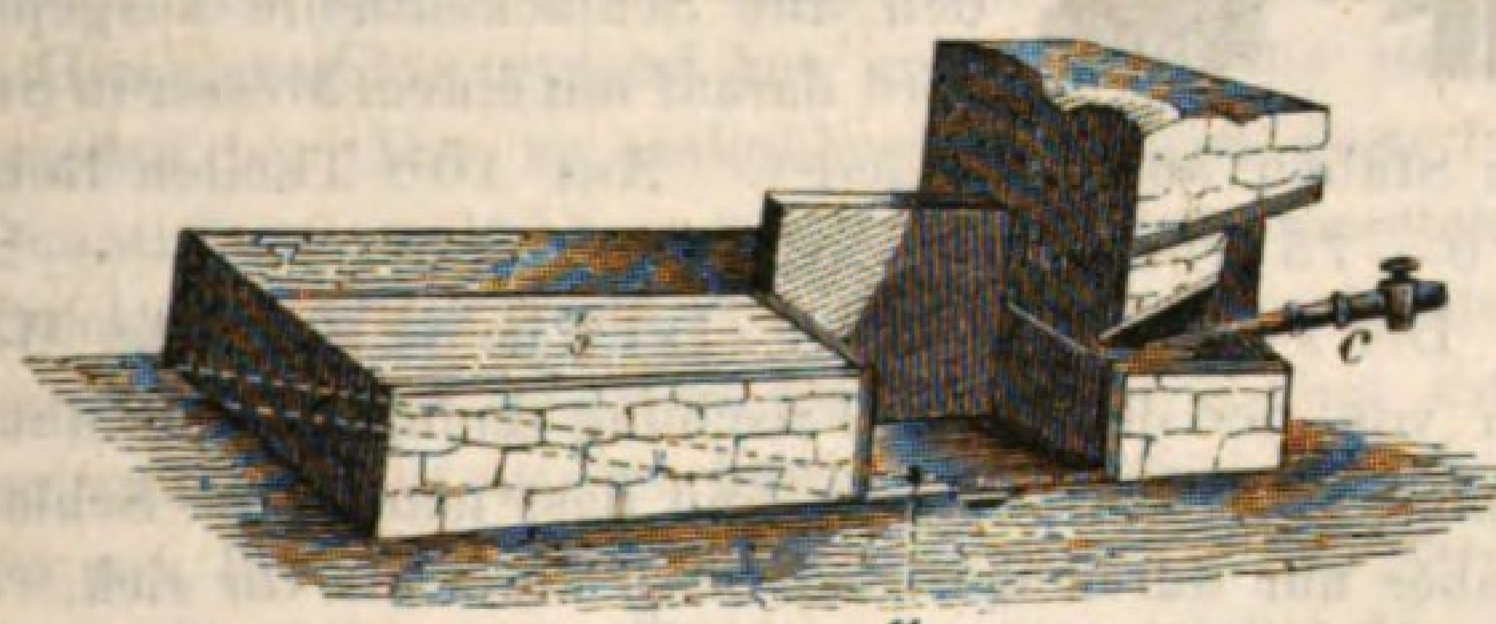
Stabeisen oder Frischeisen. Stabeisen oder Frischeisen. In älteren Zeiten *) brachte man, wie bereits Seite 8 gesagt, das Stabeisen direct aus den Erzen aus, indem man dieselben auf einem Herde mit Kohlen unter Mitwirkung eines Gebläses reducirte und den erhaltenen Klumpen von reducirtem Eisen sofort ausschmiedete. Gegenwärtig hat man diese wenig ergiebige Gewinnungsart (Luppenfrischerei oder Rennarbeit) verlassen, und stellt allgemein zuerst Roheisen und aus diesem das Stabeisen dar. Derjenige Process, durch welchen das Roheisen in Stabeisen oder Frischeisen verwandelt wird, heisst der Frischprocess; er beruht der Hauptsache nach auf der Entfernung der grössten Menge des Kohlenstoffs des Roheisens. Der Frischprocess oder das Frischen geht entweder vor sich:

*) Von den neuerdings aufgetauchten Verfahren der directen Darstellung von Eisen und Stahl aus den Erzen, von Chenot, Uchatius u. a. wird beim Stahl die Rede sein.

1) auf Herden (Herdfrischung oder deutscher Frischprocess),
oder
2) in Flammenöfen (Puddlingsprocess oder englischer Frischprocess).
Die Bereitung des Stabeisens
3) durch Einblasen von Luft in das geschmolzene Roheisen (nach dem Verfahren von Bessemer)
wird beim Stahl beschrieben werden.

Herdfrischung. Bei der Herdfrischung wird das Gusseisen in Platten von 3—4 Ellen Länge, $^1/_2$ Elle Breite und 2—3 Zoll Stärke in dem vertieften vierseitigen Feuerraum *a* des Herdes *b* (Fig. 8) eingeschmolzen. Diese Vertiefung ist mit eisernen Platten ausgelegt und erhält durch die Düse *c* die nöthige Gebläseluft

Fig. 8.

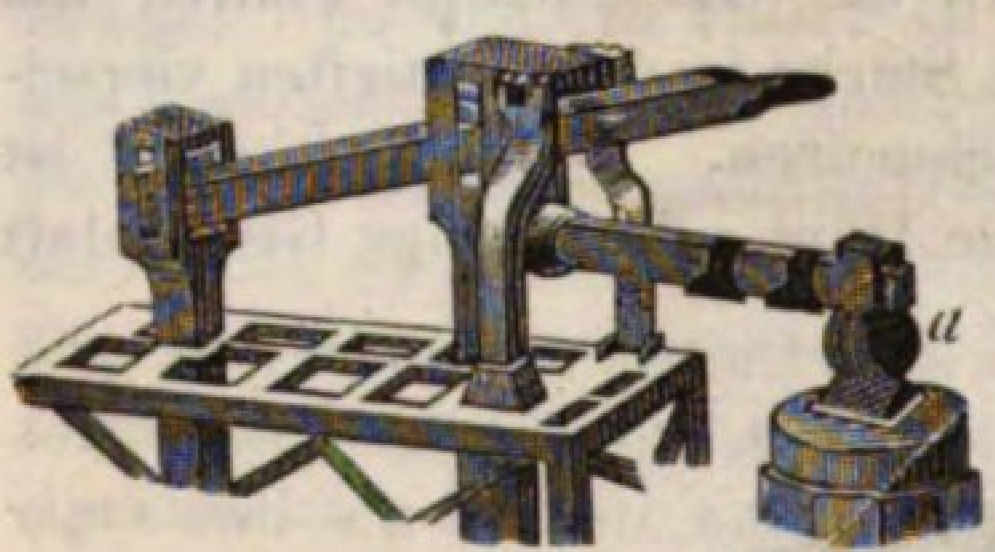


zugeführt. Zuerst füllt man den Feuerraum mit glühenden Holzkohlen, lässt das Gebläse an und bringt das Roheisen in Gängen auf den Herd *b*, das in dem Maasse in die Herdvertiefung geschoben wird, als es an der vorderen Seite abschmilzt. Durch die Gebläseluft wird fortwährend Kohlenstoff aus dem Roheisen zu Kohlensäure verbrannt und das Roheisen entkohlt. Der den Gänzen anhängende Sand, die durch Oxydation des Siliciums des Roheisens entstandene, so wie die durch die Holzkohlenasche in die Masse gelangte Kieselerde kommen ebenfalls bei dem Frischen in Betracht; diese Körper verbinden sich nämlich mit dem gleichzeitig entstehenden Eisenoxydul zu basisch kieselsaurem Eisenoxydul ($SiO_3 + 3\ FeO$), zu der sogenannten Rohschlacke (in 100 Theilen 68,84 Eisenoxydul und 31,16 Kieselsäure) *), die über dem geschmolzenen Eisen steht und während des Eisenschmelzens von Zeit zu Zeit abgelassen wird, ohne das Eisen jedoch gänzlich von der Schlacke zu entblössen. Diese Schlacke wird zu der nächsten Schmelzung mit Eisenhammerschlag (Oxydul-Oxyd) gemengt, gegeben, um die Entkohlung des Eisens zu bewirken. Wenn man nämlich Roheisen (Kohleneisen) mit Eisenoxyduloxyd und basisch kieselsaurem Eisenoxydul glüht, so giebt das Eisenoxyduloxyd an den Kohlenstoff des Roheisens Sauerstoff ab, und es bilden sich Kohlenoxyd und Stabeisen. Bei der Frischung werden auch alle anderen in dem Roheisen enthaltene Stoffe wie Aluminium, Phosphor u. s. w. in die Schlacke getrieben. — Nach dem Einschmelzen des Eisens werden die Schlacken abgelassen und die Eisenstücken unter häufigem Wenden dem Wind des Gebläses ausgesetzt; das Eisen wird, indem es immer mehr und mehr seinen Kohlenstoff verliert, dünnflüssiger und schmilzt ab. Dieser Process (das Rohaufbrechen) wird so lange fortgesetzt, bis das Eisen gar ist. Die sich nach

*) Mitscherlich hat gezeigt, dass die nicht selten krystallisirt vorkommende Schlacke die Zusammensetzung und die Krystallform des Olivins besitzt.

dem Rohaufbrechen bildende Schlacke wird um so reicher an Eisenoxydul, je mehr sich das Eisen der Gare nähert, wodurch sie endlich zur Garschlacke ($SiO_3 + 6 FeO$) wird, welche eben so wie die mit Hammerschlag versetzte Rohschlacke als Zusatz zur Beförderung der Entkohlung des Eisens benutzt wird. Nach dem Rohaufbrechen nimmt der Frischer das Garaufbrechen vor, das darin besteht, die ganze Eisenmasse durch verstärkte Hitze halbflüssig zu machen, damit sich die Schlacke abscheide. Nach beendigtem Gareinschmelzen hebt man die gefrischte Eisenmasse (Deul, Luppe, Klump, Wolf) aus dem Feuer heraus und bringt sie noch glühend unter den Aufwerfhammer *a* (Fig. 9), welcher durch eine Welle und durch Daumen in Bewegung gesetzt wird. Durch die Schläge des Hammers werden alle Schlackentheile ausgepresst. Der Deul wird darauf mit einem Messer in Stücke zerschnitten und diese dann zu Stäben ausgeschmiedet. Aus 100 Theilen Roheisen erhält man im Durchschnitt 70—75 Theile Stabeisen.

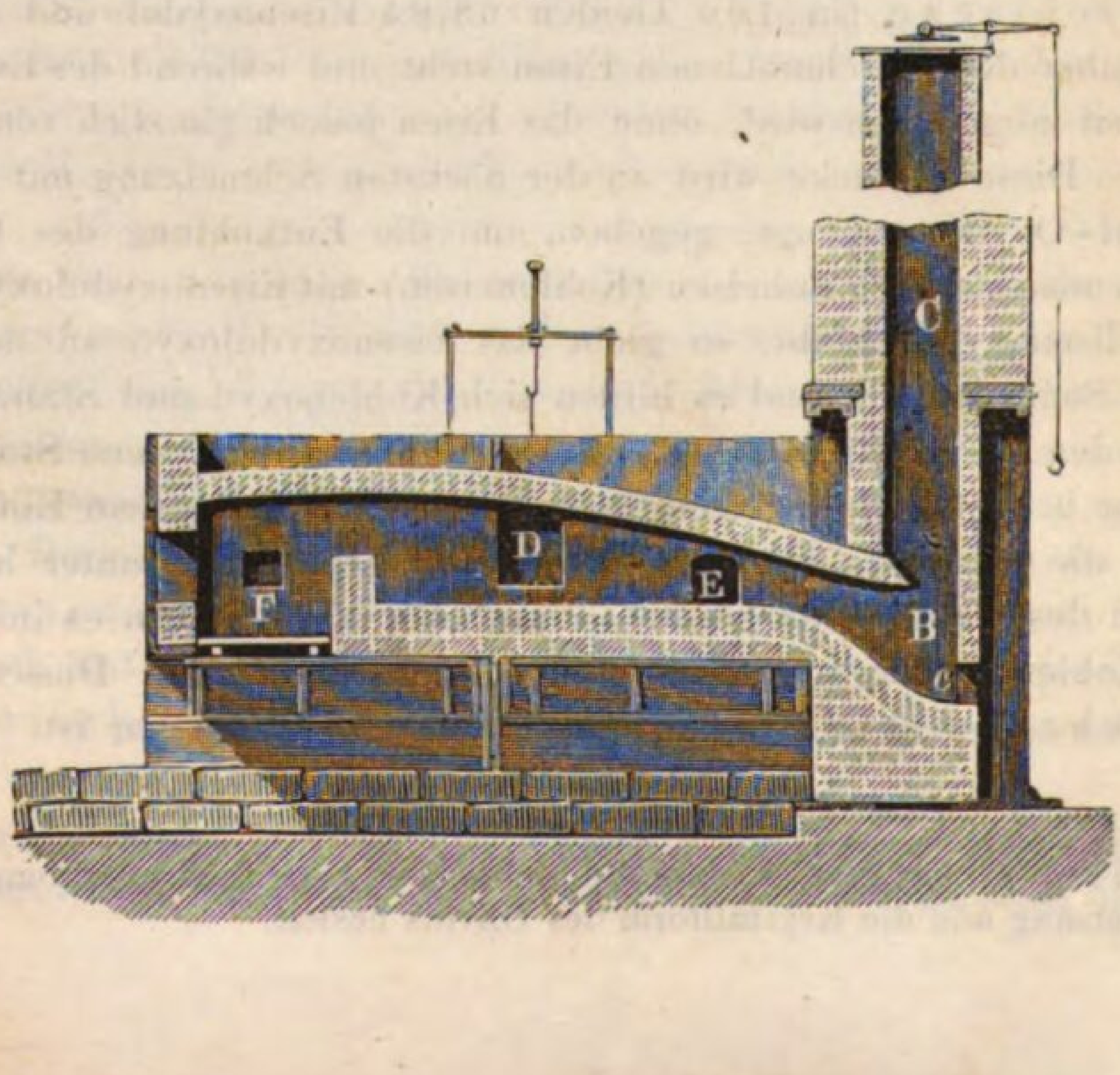
Fig. 9.



Schwedischer Frischprocess. Der schwedische Frischprocess (die Wallonenschmiede) unterscheidet sich von der deutschen Frischung dadurch, dass nur geringe Mengen des Eisens auf einmal in Arbeit kommen und dass man keine Schlacke zusetzt. Die Entkohlung geht aber nur durch den Sauerstoff der Luft vor sich. Dieses Verfahren erfordert viel Brennmaterial, auch oxydirt sich ein nicht unbedeutender Theil des Eisens; das erhaltene Eisen enthält aber keine Schlacke und ist daher dichter.

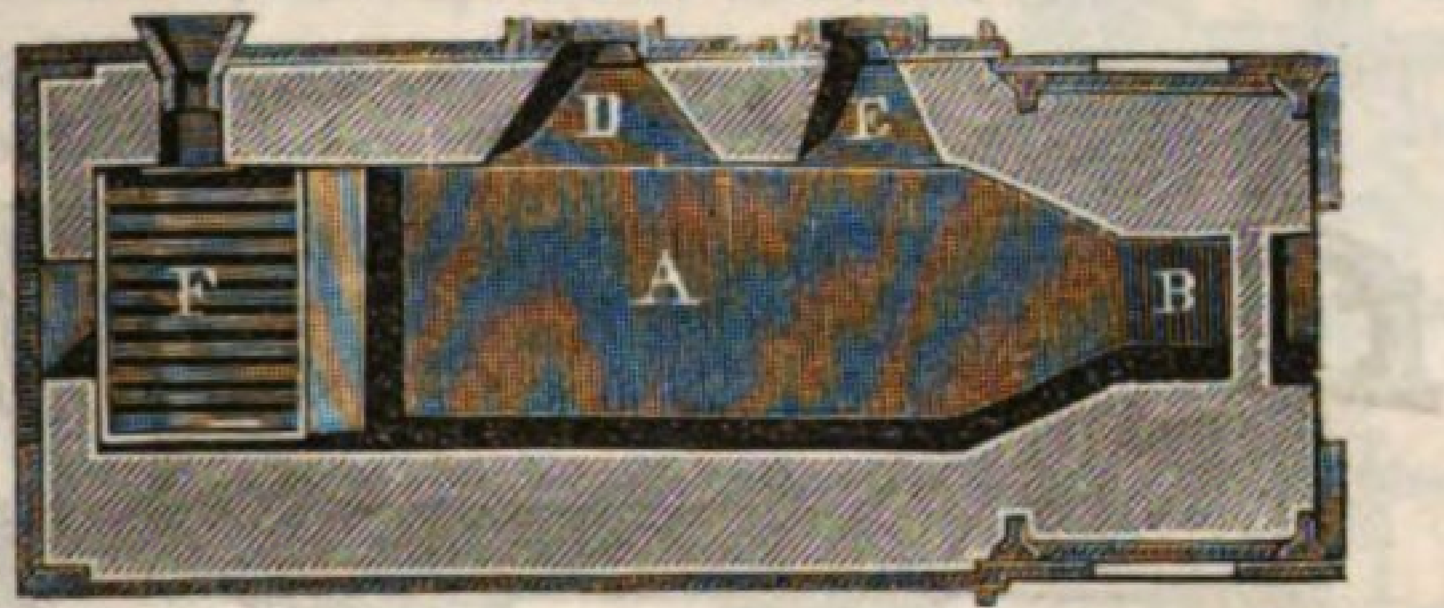
Puddlingsprocess. Der Puddlingsprocess oder das Frischen im Flammenofen. In Ländern, in denen, wie in England, die Holzkohlen wegen ihres hohen Preises zum Frischen des Roheisens nicht angewendet werden können, benutzt man die Steinkohlen. Da aber wegen des Schwefelgehaltes der Steinkohlen eine unmittelbare Berührung derselben mit dem Eisen vermieden werden muss, so wendet Puddlingsöfen. man zum Entkohlen des Roheisens Flammenöfen (Puddlingsöfen) an. Figur 10 zeigt einen Puddlingsofen im Vertikaldurchschnitt, Fig. 11 im Horizontal-

Fig. 10.



durchschnitte. *F* ist der Rost, *A* der Puddlingsherd und *C* der Canal, durch welchen die Gase in den Schornstein gelangen. Der Puddlingsherd *A* besteht aus einem

Fig. 11.



viereckigen, eisernen Kasten, in welchen atmosphärische Luft ungehindert durch den Rost eintreten kann. Auf diesen Herd bringt man eine Decke von Frischschlacken, zu welchen man Hammerschlag gesetzt hat und erhitzt die Masse, bis ihre Oberfläche weich geworden ist. Das zu entkohlende Roheisen (am besten weisses Roheisen) wird in Quantitäten von 300 — 350 Pfd. bis zum Erweichen erhitzt, sodann mittelst einer Krücke über die Herdsohle des Ofens ausgebreitet und unter fortwährendem Erhitzen umgerührt (gepuddelt). *D* u. *E* sind Arbeitsöffnungen, die leicht geschlossen und geöffnet werden können. Auf dem breiigen Eisen zeigen sich blaue Flämmchen von brennendem Kohlenoxydgase und das Eisen wird zäher und steifer. Der grösste Theil der beim Puddlingsprocess sich bildenden Schlacke fliesst vorn im Ofen von dem Eisen über die schiefe Ebene *B* ab, und wird von Zeit zu Zeit durch eine Oeffnung *o* abgelassen. Nach beendigtem Puddeln vereinigt man das auf der Herdsohle ausgebreitete Eisen zu Bällen und befreit es unter dem Stirnhammer oder durch ein Quetschwerk von der Schlacke.

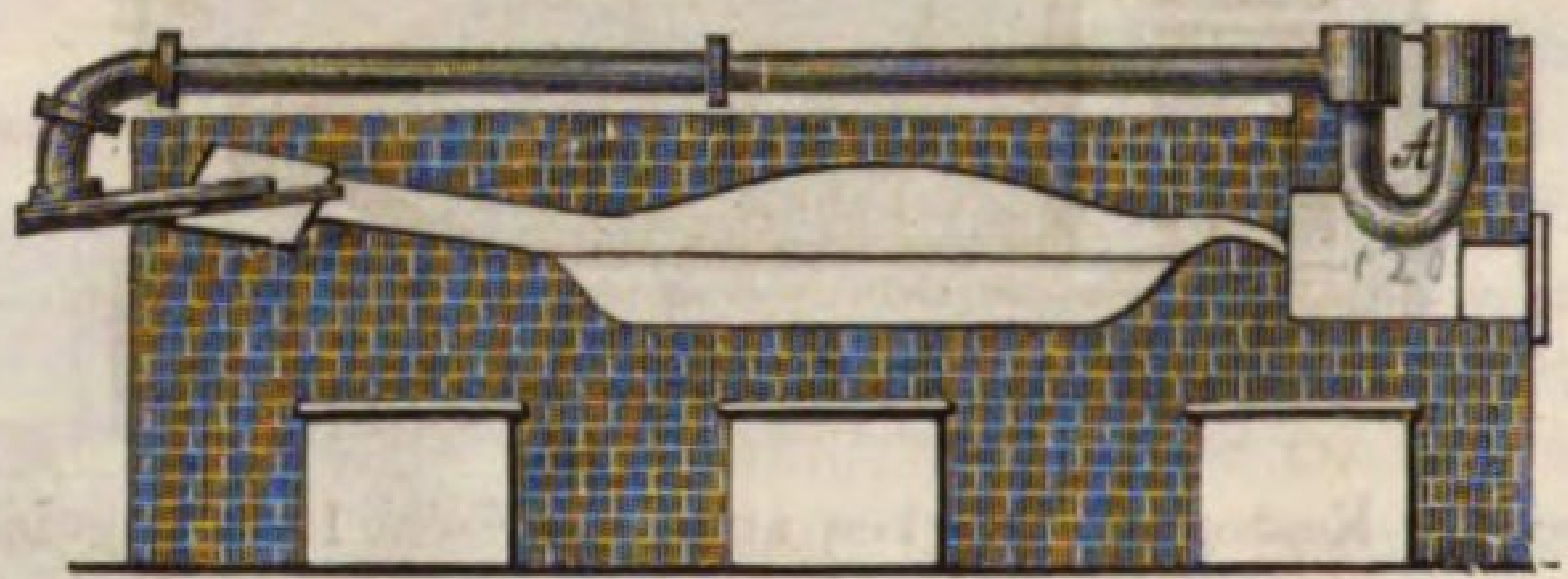
Wo graues oder halbirtes Roheisen zum Puddeln angewendet werden muss, wird dasselbe vor dem eigentlichen Puddeln durch Einschmelzen im Flammenofen durch das Feinmachen in Feineisen (Feinmetall) verwandelt.

Die Theorie des Eisenpuddelns ist folgende: Beim Zuströmen von Luft zu dem auf dem Herde des Flammenofens eingeschmolzenen Roheisen bildet sich eine nicht unbedeutende Menge von Eisenoxydul-Oxyd, dessen Sauerstoff den Kohlenstoff des Roheisens in Gestalt von Kohlenoxydgas entfernt, das in mit bläulicher Flamme verbrennenden Bläschen entweicht. Mit der fortschreitenden Entkohlung wird die Masse immer strengflüssiger und es bilden sich in ihrem Innern feste Körper von Schmiedeeisen, deren Menge zunimmt und welche mit dem Rühreisen zusammengehäuft und lose an einander geschweisst werden. Dadurch trennt sich das noch kohlehaltige Eisen und wird durch fortgesetztes Umrühren völlig entkohlt. In der Praxis ist jedoch dieser Process nicht so einfach, dies hat darin seinen Grund, dass es 1) nicht wol möglich ist, alles Eisenoxydul-Oxyd mit dem Kohleeisen in Berührung zu bringen, weshalb leicht Oxyd in dem Eisen bleibt, wodurch der Zusammenhang der einzelnen Theile aufgehoben wird. Dieses überschüssige Oxyd sucht man durch Zusatz von Rohschlacke (SiO_3, 3 FeO) zu entfernen, welche dadurch in Garschlacke (SiO_3, 6 FeO) übergeht. Durch die Abscheidung des Eisenoxydul-Oxydes wird ein Eisenverlust von 4 — 5 Proc. herbeigeführt, zu dem noch durch das Verbrennen des Kohlenstoffs etwa 5 Proc. kommen. Ein anderer Grund liegt 2) in einem Gehalte des Roheisens an Hochofenschlacke und mechanisch anhängender Kieselerde etc. Während des Puddelns vereinigt sich die freie Kieselerde mit der Hochofenschlacke; kommt nun in dem letzteren Stadium des Processes diese kieselerdereiche Schlacke mit dem Eisenoxydul bei mangelndem Kohlenstoff in Berührung, so giebt sie ihre Kieselerde theilweise an das Eisenoxydul ab und bildet mit demselben Garschlacke, welche an den Wänden und der Sohle des Ofens adhärirt, und eine basische, strengflüssige Hochofenschlacke, welche mit dem Eisen gemengt bleibt. Diese Schlacke zu entfernen, ist der Puddlingsprocess nach seinem gegenwärtigen Stande durchaus unfähig. Der Faulbruch eines Eisens, von welchem diese Schlacke zwei oder mehrere Procente ausmacht, erklärt sich dadurch auf eine ganz ungezwungene Weise.

Beiläufig sei bemerkt, dass man jetzt häufig, anstatt den Flammenofen mittelst

Mit Gas. Steinkohlen und atmosphärischer Luft zu heizen, Gichtgase als Brennmaterial anwendet, welche, wie aus Figur 12 zu ersehen, in der gebogenen Röhre *A* durch die Wärme des Flammenofens erhitzt werden. Anstatt der

Fig. 12.



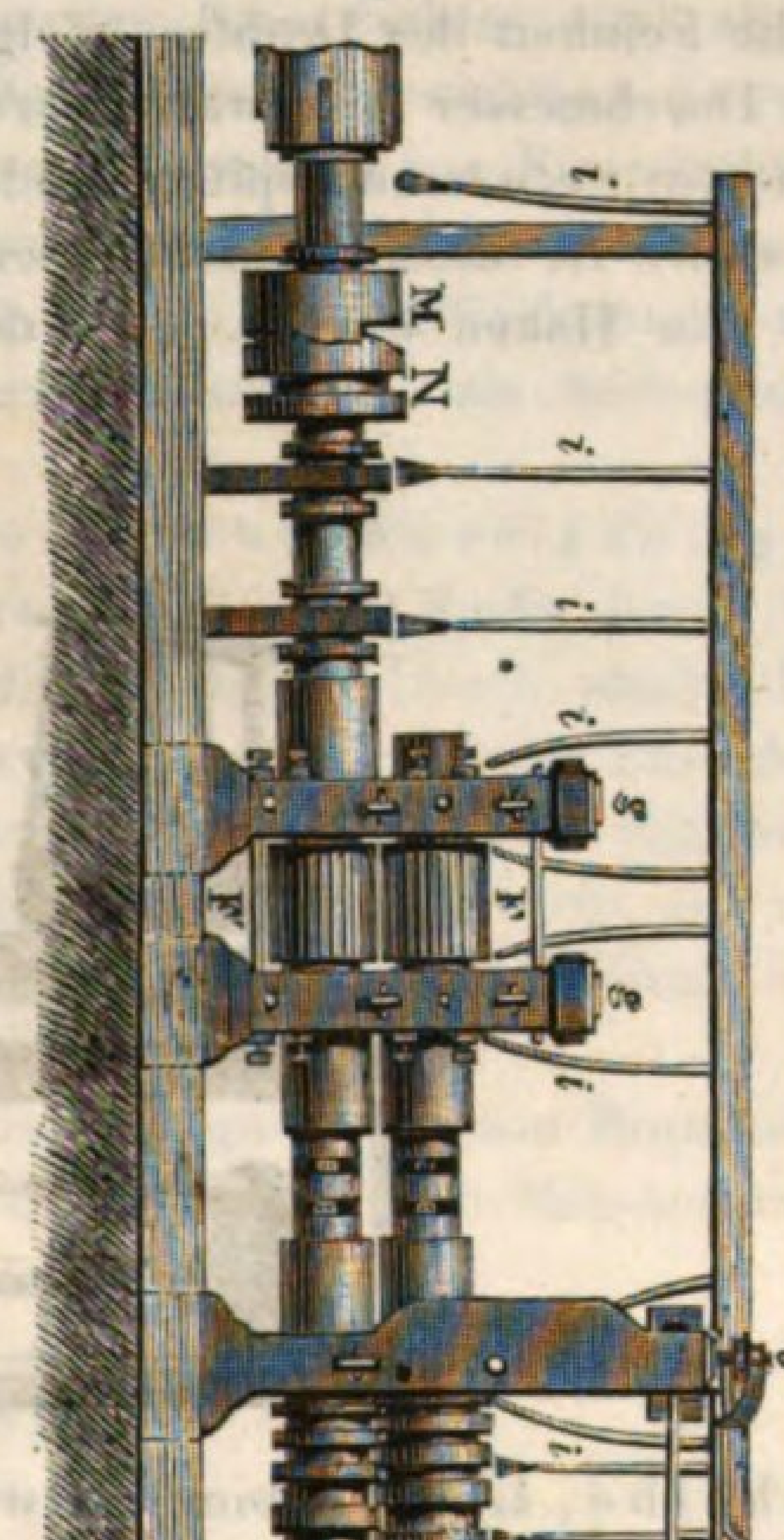
Gichtgase wendet man jetzt häufig beim Frischen des Eisens in Flammenöfen Generator-Gase an. So nennt man die in einer schachtförmigen Vorrichtung — dem Generator — durch unvollständige Verbrennung von Brennmaterial (gewöhnlich solchem, das wie Holzabfälle, Holzkohlen und Braunkohlenklein, Torf etc. als festes Brennmaterial nicht anwendbar ist) erzeugten brennbaren Gase von ähnlicher Zusammensetzung wie die Gichtgase, jedoch mit vorwaltendem Kohlenoxydgas. Der Generator ist unmittelbar bei dem Flammenofen angelegt, so dass die darin erzeugten Gase fast eben so heiss zur Verbrennung gelangen, als sie aus dem Generator entweichen. Eisen, welches zu viel Phosphor enthält, wird davon befreit, indem man während des Puddelns in das geschmolzene Eisen das sogenannte Schafhäutl'sche Mittel, ein Gemenge von Braunstein, Kochsalz und Thon einträgt.

Verfeinerung des Stabeisens. Man verarbeitet das Stab- oder Schmiedeeisen, das durch den Stirnhammer, durch Quetschwerke oder Walzwerke von den Schlacken befreit worden ist, auf den Walzwerken.

Walzwerk. Ein Walzwerk (Fig. 13 Seite 23) hat wesentlich folgende Einrichtung. *BB'* und *AA'* sind cannelirte, gusseiserne Walzenpaare, von denen *AA'* zum Walzen von Flachstäben, *BB'* zum Walzen von Quadratstäben bestimmt sind. Durch die Schrauben *oo* können die oberen Cylinder den unteren beliebig genähert werden. Aus den Röhren *ii* fliesst Wasser auf die sich erhitzenden Theile des Walzwerks. Die Vorrichtung *MN* dient dazu, das Walzwerk ausser Verbindung mit der bewegenden Kraft zu setzen. Die Räder *F* und *c* übertragen die Bewegung auf die Räder *F'* und *c'*, die an den oberen Walzen *A'* und *B'* sitzen und bewirken eine Umdrehung derselben in entgegengesetzter Richtung. Die durch den Hammer in die geeignete Form versetzten glühenden Eisenstücke passiren immer kleinere Oeffnungen des Walzwerkes und werden so verdünnt und gestreckt. Sehr dünne Stäbe schneidet man auf den Schneidewerken, welche (Fig. 14 Seite 23) aus abwechselnd grösseren und kleineren verstählten Scheiben, die auf eisernen Wellen fest eingekeilt sind, bestehen. Man unterscheidet das Stabeisen in Quadrateisen mit quadratischem Durchschnitte, Flacheisen, dessen Querschnitt ein Rechteck ist mit verschiedenem Verhältnisse von Breite und Dicke, Rundeisen mit kreisförmigem Durchschnitte. Die dünnste Sorte des Flacheisens heisst Band- oder Reifeisen; unter Zaineisen oder Krauseisen versteht man nicht glatt geschmiedetes Quadrateisen mit eingekerbten Flächen (Eindrücke des Hammers); dünne vierkantige Sorten des Stabeisens sind Nageleisen.

Blechfabrikation. Das zur **Blechfabrikation** angewendete Eisen muss weich und dehnbar sein, damit dasselbe die Bearbeitung bei abnehmender Temperatur am längsten aushalte, ohne spröde zu werden. Man unterscheidet grössere und kleinere Bleche. Da die letzteren gewöhnlich verzinnt werden, nennt man auch diese **Weissbleche**, die grösseren **Schwarzbleche**. Bei der Anfertigung des Schwarzbleches wird das Stabeisen (Flacheisen) glühend, so wie es aus den Walzen herauskommt, vermittelst der Blechscheere in Stücke (**Stürze**) zerschnitten, und diese nach dem Erhitzen in einem Flammenofen zwischen glatten Walzen (Blechwalzwerke) gestreckt. Die Stürze gehen viermal durch die Walzen, wobei nach jedesmaligem Durchgange die Walzen enger zusammengeschraubt werden. Bevor die Stürze unter die Walzen kommen, muss das Oxyd (der Glühspan) abgeschlagen werden, damit er sich nicht eindrücke. Früher und auch noch jetzt stellt man in einigen Gegenden das Eisenblech durch Hämmern dar (geschlagenes Blech); obwohl auf diese Weise die Bleche nicht vollkommen gleichmässig hergestellt werden können, so zieht man sie dennoch zu gewissen Zwecken, wie z. B. zu Dampfkesseln, den gewalzten Blechen vor. Die Anfertigung des Weissbleches ist der des Schwarzbleches ähnlich. Von der Verzinnung des Weissbleches wird bei dem Zinn die Rede sein.

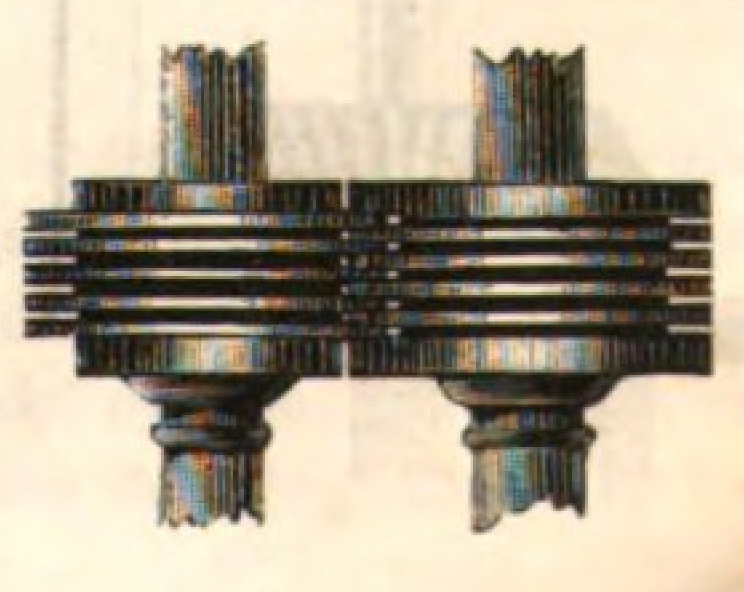
Fig. 13.



Drahtfabrikation. Zur **Drahtfabrikation** benutzt man ein zähes, festes, im Bruche fadiges Eisen. Ehedem benutzte man Zangen, mit deren Hülfe man das Eisen durch Löcher zu Draht zog; jetzt wendet man für die gröberen Sorten **Walzwerke**, für die feineren Sorten **Ziehscheiben** an.

Die Anwendung des Walzwerkes erstreckt sich nur auf die dickeren Sorten Eisendraht bis etwa zu $^1/_4$ Zoll herab. Ein hierzu anwendbares Walzwerk besteht aus drei Walzen mit correspondirenden runden Rinnen, die bei ihrer Umdrehung die zwischen sie gesteckten Eisenstangen fassen, und in die Form jener Rinnen pressen. Die Walzen des Walzwerkes werden mit solcher Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt, dass sie 240 Umläufe in einer Minute machen. Da ihr Durchmesser 8 Zoll beträgt, so ist die Umfangsgeschwindigkeit = 8,37 Fuss in einer Secunde, oder 8 Fuss $4^1/_2$ Zoll Draht kommen in einer Secunde aus den Walzen hervor.

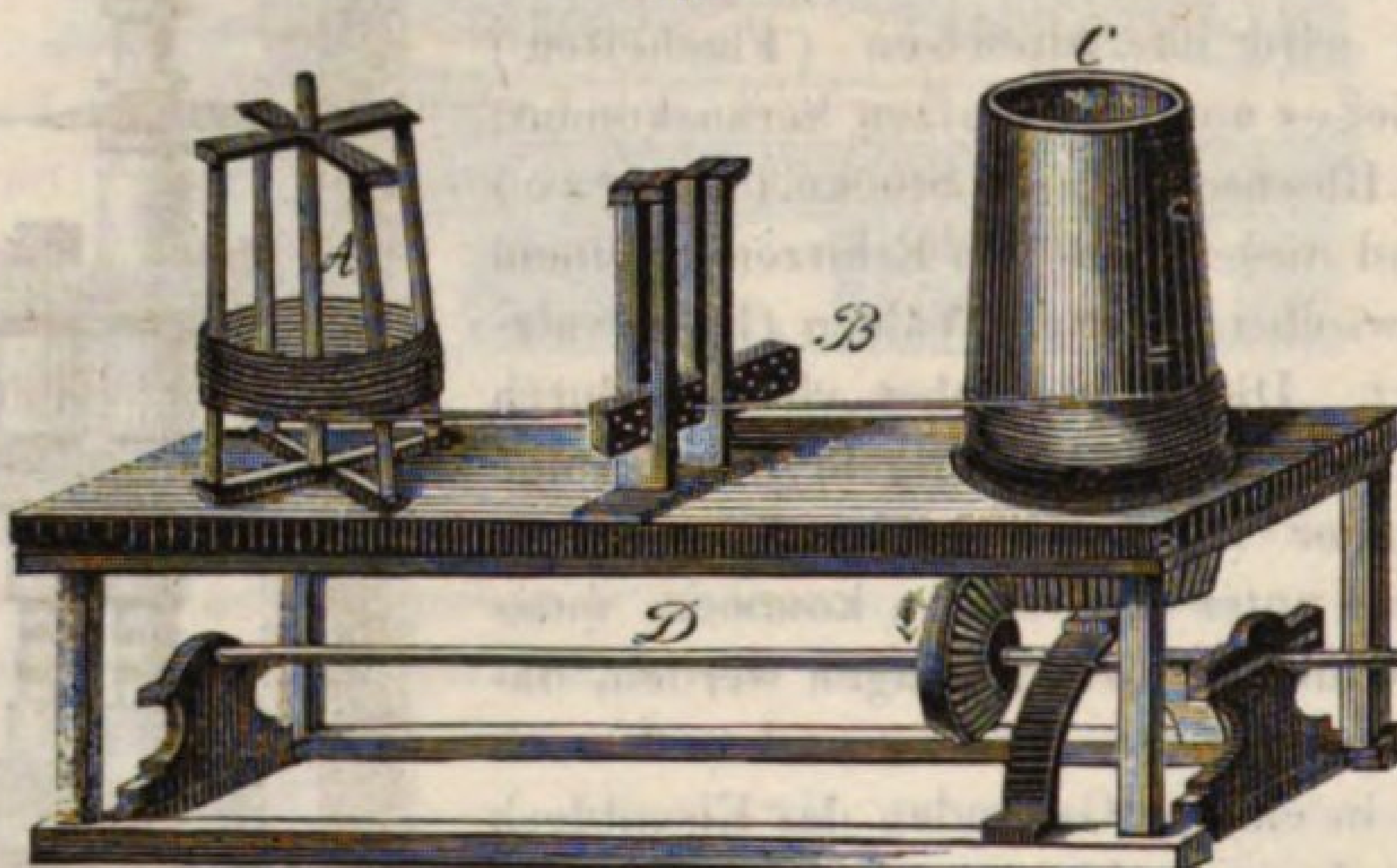
Fig. 14.



Der feinere Draht wird verfertigt, indem man gröberen Draht durch zweckmässig gestaltete, unbewegliche Oeffnungen in harten Körpern zieht, und

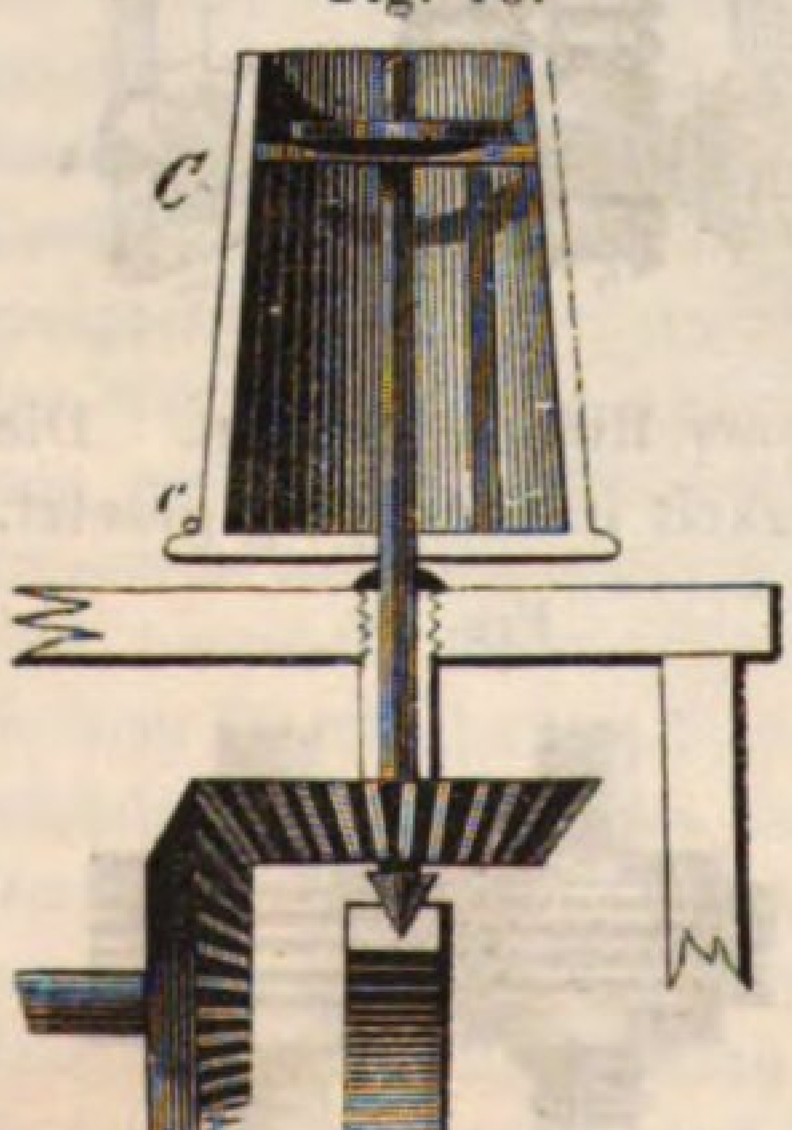
dieses Durchziehen in fortschreitend kleineren Löchern wiederholt, bis die erforderliche Feinheit des Drahtes erfolgt ist. Der ausgeglühte Draht, der bis zu $4^1/_2$ Linie im Durchmesser ausgewalzt worden ist, wird auf die Haspel *A* (Fig. 15) gelegt. Das eine vorn etwas zugespitzte Ende des Drahtes steckt man durch das Loch des Z i e h-e i s e n s *B*, dessen Durchmesser etwas kleiner als der des Drahtes ist, befestigt ihn an den Haken *c* (Fig. 16) der k o n i s c h g e f o r m t e n T r o m m e l (Z i e h-

Fig. 15.



s c h e i b e, Leier, Bobine) *C*, welche durch die horizontale Betriebswelle *D* (Fig. 15) und durch in einander eingreifende konische Räder in Bewegung gesetzt wird. Durch eine mechanische Ausrückung kann die Ziehscheibe in Ruhe oder Bewegung gesetzt werden. Der Fig. 16 abgebildete Durchschnitt derselben, so wie die Zeichnung Fig. 15 macht jede weitere Beschreibung unnöthig. Die Gestalt der Z i e h-l ö c h e r ist für den Erfolg des Drahtziehens von grosser Bedeutung. Zur Erzielung von rundem und gleichmässigem Draht müssen die Ziehlöcher völlig kreisförmig und möglichst glatt sein. Wären die Löcher durch die ganze Dicke der Ziehplatte cylindrisch, d. h. von gleichbleibendem Durchmesser, so würde in den meisten Fällen der durchzuziehende Draht eher abreissen, als sich plötzlich verdünnen lassen. Aus diesem Grunde macht man im Allgemeinen die Löcher trichterförmig. Die Zieheisen bestehen aus Stahl; zum Ziehen feiner Drähte setzt man auch gebohrte Edelsteine an die Stelle der Zieheisen. Der Eisendraht lässt sich kaum öfter als drei bis fünf Mal ziehen, ohne des Glühens bedürftig zu sein. Wird der Draht in nicht ganz verschlossenen Gefässen geglüht, so bildet sich auf der Oberfläche Oxyd, welches vor dem wiederholten Ziehen durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure sorgfältig entfernt werden muss. Man hat gefunden, dass, wenn in der Säure etwas Kupfervitriol aufgelöst wird, die auf dem Eisen sich niederschlagende, äusserst dünne Kupferhaut das nachherige Ziehen, durch Verminderung der Reibung im Ziehloche, erleichtert. Der dünnste Eisendraht, welcher im Handel vorkommt, hat einen Durchmesser von $^1/_{166}$ Zoll, man nennt ihn B l e i d r a h t.

Fig. 16.



Dass der Draht beim Ausglühen etwas von seiner Zähigkeit verliert, ist bekannt. Wird ja der käufliche

Eisendraht, der zum Ueberstricken von Töpfen etc. dient, vorher geglüht, damit er nicht so leicht bricht. Die vielfältigen Benutzungen des Eisendrahtes sind allgemein bekannt. Eine neue und besonders für die Bergwerke sehr wichtige Anwendung des Drahtes ist die Verfertigung der Drahtseile, welche aus Eisendrähten ebenso gebildet werden, wie die gewöhnlichen Taue aus Hanffäden, und gegen die Hanfseile und eisernen Ketten, an deren Stelle sie bei der Erzförderung jetzt ziemlich allgemein getreten sind, sowohl vermehrte Sicherheit, als bedeutende Kostenersparniss gewähren.

Eigenschaften des Stabeisens. Das Stabeisen, Frischeisen, Schmiedeeisen, geschmeidige Eisen ist ein Aggregat von Fasern, welche nach Fuchs durch Aneinanderreihung von höchst kleinen Krystallen gebildet sind. Durch starke Erschütterungen, Stösse etc. wird der Zusammenhang zwischen den kleinsten Theilchen aufgehoben und die fasrige Textur geht in die körnige über. Es ist von hellgrauer Farbe, körnigem oder zackigem Bruche; sein specifisches Gewicht ist von 7,30—7,91. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 0,24—0,84 pCt., von welchem nur Spuren von Kohlenstoff mechanisch beigemengt sind.

Die chemische Untersuchung einiger Stabeisensorten gab folgende Resultate: 1. Englisches Stabeisen aus Süd-Wales; 2. Weiches Stabeisen von Mägdesprung am Harz; 3. Schwedisches Dannemora-Eisen.

	1.	2.	3.
Eisen	98,904	98,963	98,775
Kohlenstoff . . .	0,411	0,400	0,843
Silicium	0,084	0,014	0,118
Mangan	0,043	0,303	0,054
Kupfer	—	0,320	0,068
Phosphor . . .	0,401	—	—

Es ist eigenthümlich für das Schmiedeeisen, dass es im glühenden Zustande in kaltes Wasser getaucht, nicht spröde wird und noch schmiedbar ist. Es ist weit weicher als das weisse und hellgraue Gusseisen, und lässt sich leicht feilen, mit Meissel, Hobelmaschine etc. bearbeiten. Das Schmiedeeisen schmilzt weit schwerer als das Roheisen; in der Weissglühhitze wird es weich, so dass zwei Stücke durch Hammerschläge zu einem einzigen vereinigt werden können. Diese Eigenschaft, welche man die Schweissbarkeit nennt, theilt das Eisen mit dem Platin, Palladium, Kalium und Natrium. — Das durch die Herdfrischung oder durch Puddeln erhaltene Stabeisen ist mehr oder weniger mit fremden Substanzen verunreinigt. Wenn es Schwefel, Arsenik oder Kupfer enthält, so zerbröckelt es, wenn es rothglühend gehämmert wird, man nennt dann das Eisen rothbrüchig; durch Silicium wird das Eisen hart und mürbe (faulbrüchig), durch Phosphor kaltbrüchig, d. h. es lässt sich zwar glühend verarbeiten, bricht aber beim Erkalten schon beim Biegen. Calcium macht das Stabeisen hadrig, d. h. es hört auf, schweissbar zu sein.

Der Stahl.

Stahl. Der Stahl unterscheidet sich vom Roh- und Stabeisen durch seinen Kohlenstoffgehalt, vom Roheisen durch seine Schweissbarkeit, vom Stabeisen durch seine Schmelzbarkeit. In Bezug auf den Kohlenstoffgehalt liegt er in der Mitte zwischen Roheisen und Stabeisen. Ob der Stickstoffgehalt, der neuerdings in vielen Stahlsorten wahrgenommen worden ist, wesentlich ist für den Begriff Stahl, lässt

sich nach dem gegenwärtigen Stande der Frage über die Constitution des Stahls nicht mit Bestimmtheit beantworten. Man kann den Stahl gewinnen (wenn man von dessen directer Darstellung aus den Eisenerzen nach dem Verfahren von Chenot absieht):

a) durch theilweise Entkohlung von Roheisen;

b) durch Hinzufügung von Kohlenstoff zu Stabeisen;

c) durch directes Zusammenschmelzen von Roheisen und Stabeisen.

Früher erhielt man den Stahl auch zuweilen direct aus den Eisenerzen und nannte das so erhaltene Produkt Wolfsstahl, wenn er durch Verschmelzen der Erze in Herden erhalten worden war, und Osemund- oder Blasestahl, wenn der Stahl in Blau- oder Blasöfen dargestellt worden war. Das vor einigen Jahren aufgetauchte Verfahren der directen Stahlbereitung von Chenot, nach welchem die Eisenerze durch reducirende Gase zu Eisenschwamm reducirt werden, welcher dann in Oel getaucht und geglüht wird, ist in der That keine directe Stahlbildung, sondern nur Erzeugung von Stahl durch Kohlung von Stabeisen.

Je nach der Darstellungsweise unterscheidet man nachstehende verschiedene Stahlsorten:

Roh- oder Schmelzstahl. I. Der Roh- oder Schmelzstahl, durch theilweise Entkohlung des Roheisens erhalten, kann entweder sein:

1) nach der deutschen Frischmethode erblasen (Rohstahl, Frischstahl, der durch Gerben in den gegerbten Rohstahl oder Gerbstahl übergeht);

2) durch den Puddelprocess erhalten (Puddelstahl),

3) durch Eintreiben von Luft in das geschmolzene Roheisen dargestellt (Bessemerstahl).

1) Roh- oder Frischstahl (Schmelzstahl, natürlicher Stahl, Mock); zu seiner Darstellung dient hauptsächlich ein aus Spatheisenstein erblasenes Roheisen (Rohstahleisen), welches in Steiermark, Kärnten, Krain und Tyrol, ferner im Thüringerwalde (Schmalkalden und Suhl) und endlich in den preussischen Regierungsbezirken Arnsberg und Coblenz (im Siegenschen) in grossen Quantitäten als Spiegeleisen und luckiges und blumiges Floss, grösstentheils mit Holzkohlen, zum Theil auch mit Koks erblasen wird. Aus gewöhnlichem grauen Roheisen kann man zwar auch Rohstahl darstellen, er ist jedoch von geringerer Qualität. Das Rohstahlfeuer hat im Wesentlichen die Einrichtung eines Frischfeuers, doch unterscheidet sich das Stahlfrischen vom Eisenfrischen dadurch, dass man das Garwerden des Roheisens durch Behandeln unter dem Winde zu bewirken sucht, während das Roheisen beim Eisenfrischen stets vor oder über dem Winde gehalten werden muss. Dadurch wird der Kohlenstoff nur allmählich verbrannt und der Arbeiter hat es in seiner Gewalt, den Process in dem Augenblick zu unterbrechen, wo der Stahl gar ist.

2) Puddelstahl. Ein allgemein anerkannter Fortschritt in der Stahlfabrikation ist dadurch eingetreten, dass man aus sehr verschiedenen Sorten von Roheisen durch den Puddelprocess mit Steinkohlen Puddelstahl erzeugt, welcher bei einem sehr billigen Preise zu Bandagen für Locomotiv- und Eisenbahnwagenräder und andere grössere und schwerere Gegenstände verwendet wird. Besonders wichtig ist der Puddelstahl als Material für die Gussstahlfabrikation.

Der steirische und kärntnische Schmelzstahl ist zwar weit theurer als der Puddelstahl, zu einzelnen bestimmten Zwecken aber auch unersetzbar wie zu Schneidewaaren, Klingen, Sägen, Federn, Feilen. Im Allgemeinen verwendet man den Puddelstahl immer mehr und mehr zu Zwecken, zu denen man sonst Holzkohlenstabeisen gebrauchte.

3) Bessemerstahl. Der englische Techniker Bessemer (1855) geht von der Ansicht aus, dass der Kohlenstoff des Roheisens, wenn derselbe mit dem Sauerstoff der Luft in der Weissglühhitze zusammenkommt, sich mit diesem verbindet, wodurch das Roheisen je nach der Dauer der Einwirkung der Luft in Stab-

eisen oder in Stahl übergeht. Nach vielen fruchtlosen Versuchen ist das neue Verfahren der Stahlbereitung in das Stadium der Realisation gelangt, so dass seine industrielle Ausführbarkeit nicht mehr bezweifelt werden kann.

Man bedient sich bei der Bereitung des Bessemerstahles eines kleinen, einige Fuss hohen Schachtofens, in welchem einige Zoll über dem Boden, durch fünf, aus feuerfestem Thon bestehende, $^3/_8$ Zoll weite Formen stark gepresster Wind eingeführt werden kann. Auf der halben Höhe des Ofens ist eine Oeffnung angebracht, durch welche flüssiges Roheisen aus dem Hohofen eingeleitet werden kann; auf der entgegengesetzten Seite befindet sich am Boden eine mit Lehm verschlossene Oeffnung, durch welche der Stahl abgestochen werden kann. Sobald der Wind eingelassen und der Ofen etwa zur Hälfte mit flüssigem Roheisen angefüllt worden ist, entsteht heftiges Aufkochen des Metalles mit Flammen und Funkensprühen (was darauf zu beruhen scheint, dass unvollständig entkohltes Eisen und mit fein eingemengtem Oxyd beladenes Eisen durch einander geschüttelt werden). Je nach der Dauer der Einwirkung (10—25 Minuten) bildet sich Stahl oder Stabeisen. Die Ausstellung des Jahres 1862 in London hat zur Genüge gezeigt, wie weit man es in der Verarbeitung des Bessemerstahles in Sheffield bereits gebracht.

An den Bessemerstahl schliesst sich der vom k. k. Artilleriemajor Uchatius im Jahre 1856 dargestellte Uchatiusstahl an, der direct aus dem Roheisen dargestellt wird, indem man granulirtes, aus Magneteisenstein erblasenes Roheisen mit Spatheisensteinpulver beschickt und die Beschickung im Graphittiegel schmilzt und den erhaltenen Stahl in Zaine giesst. Den Tunner'schen Glühstahl oder hämmerbares Gusseisen erhält man durch Glühen von weissem Roheisen mit sauerstoffabgebenden Körpern (Eisenoxyd, Braunstein, Zinkoxyd).

Cement- oder Brennstahl. II. Die zweite Hauptstahlart ist der Cement- oder Brennstahl, welcher durch anhaltendes Glühen von Stabeisen mit kohlehaltigen Substanzen, die zugleich Stickstoff enthalten, dargestellt wird. Um einen guten Cementstahl zu erzeugen, ist es nothwendig, gutes Stabeisen anzuwenden, wie es Schweden (namentlich Dannemora) und der Ural liefert. Das schwedische Eisen gelangt in grosser Menge nach Frankreich und England, um dort in Cementstahl übergeführt zu werden, da das englische Eisen und selbst das beste nur zu gewöhnlichen Stahlsorten zu verwenden ist. Der Cementstahl (und neuerdings auch der Bessemerstahl) sind das Hauptmaterial der englischen Gussstahlfabrikation, die ihren Sitz in Sheffield hat.

Das Verfahren bei der Cementstahlfabrikation ist folgendes: Die Eisenstäbe werden schichtenweise mit dem kohlehaltigen Pulver (Cementirpulver) in thönerne Kästen eingelegt, diese werden luftdicht verschlossen. Zwei solche Kästen sind in einem Ofen angebracht, der mit Steinkohlen, selten mit Holz gefeuert wird und 6 Tage in der Rothglut bleibt, worauf man ihn erkalten lässt und die in Stahl verwandelten Stäbe herausnimmt. Ein Ofen enthält 300—350 Ctr. Eisen. Die Cementirpulver müssen die zur Bildung von Cyanalkalien nöthigen Bedingungen oder bereits fertig gebildetes Cyanmetall wie z. B. Cyanbarium enthalten, da, wie aus neueren Untersuchungen hervorzugehen scheint, das Cyan (C_2N) als Träger des Kohlenstoffes bei der Cementstahlbildung angesehen werden muss. Der durch Cementiren erhaltene Rohstahl ist nach der Operation brüchig und auf seiner Oberfläche gewöhnlich blasig (daher sein Name Blasenstahl).

Gerbstahl. Sowohl der Roh- als auch der Cementstahl sind sehr ungleichartig und lassen sich daher nicht direct verarbeiten, sondern müssen vorher durch Gerben oder Raffiniren homogen gemacht werden. Das Gerben geschieht dadurch, dass man die rohen Stäbe zu dünnen flachen Stäben ausreckt, diese rothglühend in kaltes Wasser wirft, mehrere davon zu einem Bündel (eine Zange oder Garbe) zusammenlegt, weissglühend macht und dann wieder unter dem Hammer oder zwischen Walzen ausreckt.

Der Gerbstahl führt, weil er auch zu Tuch- und Schafscheeren verwendet wird, den Namen Scheerenstahl. Das Gerben eignet sich besser für den Rohstahl als für den Cementstahl, bei dessen Raffination das Umschmelzen geeigneter ist.

Gussstahl. Der **Gussstahl**, welcher in der modernen Industrie zur Darstellung von Kanonen, Glocken, Eisenbahn-Radreifen (Bandagen, Tyres), Achsen für Locomotiven und Schiffe, Anker, Gewehrläufe, Pumpenstangen und als Werkzeugstahl eine so wichtige Verwendung gefunden, wird durch Umschmelzen von Rohstahl (Frischstahl und Puddelstahl) oder Cementstahl dargestellt. Durch zweckmässige Auswahl des einzuschmelzenden Materiales lässt sich jede gewünschte Beschaffenheit des Gussstahles erlangen.

Das Schmelzen des Stahles geschieht in feuerfesten Tiegeln, entweder bei Glühfeuer von Koks, oder mittels Steinkohlenflammenfeuer in nach Art der Glasöfen construirten Flammengefässöfen. Der geschmolzene Stahl wird in eiserne Barrenformen gegossen. Nach dem Erkalten werden die Stahlbarren wieder glühend gemacht und unter Hämmern oder zwischen Walzen ausgereckt; das so bearbeitete Metall heisst alsdann **raffinirter Gussstahl**. Derselbe ist weit vorzüglicher als Stahl aus demselben Eisen, das aber durch Gerben von rohem Cementstahl bereitet wurde.

In Preussen hat sich die Gussstahlfabrikation hauptsächlich auf das Ruhrsteinkohlenbecken concentrirt; und die bedeutendste Fabrik dort und wohl überhaupt Europas ist die von Fr. **Krupp** in Essen, deren Hauptmaterial Puddelstahl ist. Bei der Vollkommenheit des Gussstahles und der Möglichkeit dieses in Beziehung auf Festigkeit, Zähigkeit, Elasticität und Härte beste aller Materialien durch Giessen in die gewünschte Form bringen zu können, ist der Anwendung des Gussstahles ein grosses Feld geöffnet und der Maschinenconstruction ein weites unschätzbares Mittel geboten.

Stahl aus Schmiedeeisen und Roheisen. III. Eine dritte Stahlsorte ist die durch Zusammenschmelzen von Roheisen (Spiegeleisen) und Schmiedeeisen dargestellte. Die Zähigkeit, Härte und Schweissbarkeit des so erhaltenen Stahles sind von der Quantität des zugesetzten Schmiedeeisens abhängig.

Verstählen. Oftmals ist es zu gewissen technischen Zwecken hinreichend, weiches Eisen nur auf seiner Oberfläche in Stahl zu verwandeln. Man nennt diese Operation die **Verstählung** oder die **Einsatzhärtung**; sie wird ausgeführt, indem man den zu verstählenden Gegenstand auf der Oberfläche mittelst Smirgel reinigt, ihn mit einem kohlehaltigen Cementpulver (vergl. Seite 27) einschichtet und in einem gewöhnlichen Windofen ohne Gebläse glüht. An der Oberfläche verwandelt man das Eisen in Stahl, indem man dasselbe im glühenden Zustande mit Blutlaugensalzpulver oder mit Boraxpulver (nach **Payen**) überstreut.

Eigenschaften des Stahls. Stahl ist von graulich-weisser Farbe, starkem Glanz, körnigem und gleichartigem Bruche. Die körnig zackige Textur des Stahles ist charakteristisch; guter weicher Stahl zeigt nie die grobkörnige Textur des grauen Roheisens, noch das Sehnige des Schmiedeeisens. Gehärteter Stahl gleicht auf seiner Bruchfläche dem feinsten Silber und die Körner sind kaum mit unbewaffnetem Auge zu unterscheiden. Er lässt sich, gleich dem Schmiedeeisen, im glühenden Zustande schneiden und schweissen; nur ist er dabei vorsichtiger zu behandeln, um eine Entkohlung zu vermeiden. Er ist ferner schmelzbar wie das Gusseisen und vereinigt deshalb die Vorzüge desselben mit denen des Schmiedeeisens. Durch Eintauchen von weichem Stahl in verdünnte Salzsäure oder Salpetersäure wird die Textur desselben blossgelegt, welches Mittel zur Beurtheilung und Vergleichung der Qualität des Stahles anwendbar ist. — Sein specifisches Gewicht variirt zwischen 7,62 — 7,81. Der Kohlenstoffgehalt differirt von 0,9 — 1,9 pCt. Durch den grösseren Gehalt an Kohlenstoff nimmt die Festigkeit und Härte des Stahls zu. Die sich als Elasticität äussernde Biegsamkeit, welche guter Stahl im hohen Grade besitzt, nimmt mit der Härte ab. Im glühenden Zustande abgelöscht, gewinnt der Stahl an Härte und Sprödigkeit, so dass er Glas ritzt und der Feile widersteht. Ein polirtes Stahlstück nimmt bei allmäligem Erhitzen nach und nach verschiedene Farben (Anlauffarben) an. Durch das

Erhitzen des Stahls bildet sich nämlich auf der Oberfläche desselben eine dünne Oxydschicht, welche die Farben dünner Schichten zeigt, die wir an den Seifenblasen und dann bemerken, wenn wir einen Tropfen Oel auf Wasser giessen; die wir ferner bei der Metallochromie wahrzunehmen Gelegenheit haben. Man nennt diese Operation, welche das farbige Anlaufen des Stahles zum Zwecke hat, das Anlassen (Nachlassen, Adouciren, Tempern). Zur richtigen Beurtheilung der Temperatur und des davon abhängigen Härtegrades bedient man sich der Anlauffarben. Da es ziemlich schwierig ist, ein Stahlstück gleichmässig zu erwärmen, so bedient man sich zuweilen zu diesem Zwecke der Metallbäder. Man benutzt verschiedene Legirungen von Zinn und Blei, die man bis auf ihren Schmelzpunkt erhitzt. In das geschmolzene Metall wird der glasharte Stahl so lange eingetaucht, bis er die Temperatur des Metallbades angenommen hat. Folgende Tabelle giebt die Zusammensetzung der Metallbäder, wie sie für das Anlassen schneidender Stahlinstrumente durch Erfahrung am zweckmässigsten befunden worden ist:

Anlassen des Stahls.

Name des Instrumentes.	Metallbad.		Schmelzpunkt.	Anlauffarbe.
	Pb.	Sn.		
Lanzetten	7	4	216°	Kaum blassgelb.
Rasirmesser	8	4	228°	Blassgelb bis strohgelb.
Federmesser	$8^1/_2$	4	232°	Strohgelb.
Scheeren	14	4	254°	Braun.
Aexte, Hobeleisen, Taschenmesser	19	4	265°	Purpurfarbig.
Klingen, Uhrfedern	48	4	288°	Hellblau.
Dolche, Bohrer, feine Sägen	50	2	292°	Dunkelblau.
Hand-, Stichsägen	in kochendem Leinöl		322°	Schwarzblau.

Je niedriger man den Stahl erhitzt, um so härter, aber auch um so spröder bleibt er. Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass noch andere Substanzen als Kohle, Eisen in Stahl umzuwandeln vermögen; das Härten des Eisens mittelst Borax deutet darauf hin, dass der Kohlenstoff durch das der Kohlenstoffgruppe angehörige Bor, vielleicht auch durch Silicium (als Siliciumgraphit) ersetzt werden könne. Ferner ist es ausser allem Zweifel, dass ausser dem Kohlenstoff Beimengungen anderer Metalle dem Stahl vorzügliche Eigenschaften ertheilen können, so verdankt der Wolframstahl, welcher seit einigen Jahren, namentlich in Steiermark, erzeugt wird, seine vorzüglichen Eigenschaften, die in besonderer Festigkeit bestehen, dem Vorhandensein von kleinen Mengen Wolfram. Eine berühmte Sorte des Stahls ist der Damascenerstahl, der zur Herstellung der Damascenerklingen dient, zu welchem jedoch das Rohmaterial aus Kabul in Afghanistan bezogen wird, besitzt er die Eigenschaft, wenn seine Oberfläche mit Säuren geätzt wird, ungleichförmige Adern (Damascirung) zu zeigen; auch durch Umschmelzen verliert er diese Eigenschaft nicht. Man hat sie durch die Annahme zu erklären gesucht, dass der Kohlenstoff mit dem Eisen in verschiedener Weise verbunden sei, und dass diese verschiedenen Kohlenstoffverbindungen je nach ihrer grösseren oder geringeren Neigung zu krystallisiren sich trennen. Dieser Stahl (auch Wootz genannt) wird in Ostindien von den Eingebornen dargestellt, indem das nach einem sehr unvollkommenen Processe dargestellte Roheisen in zerhacktem Zustande mit 10 pCt. zerschnittenem Holze der *Cassia auriculata* gemengt, das Gemenge in Schmelztiegel gebracht und darin mit Blättern der *Asclepias gigantea* bedeckt wird; die Tiegel werden mit

Stahl mit andern Metallen.

Damascenerstahl.

feuchtem Thon verstrichen und in einem Ofen bei möglichst niederer Temperatur ungefähr $2^1/_2$ Stunde lang erhitzt. Der erhaltene aluminiumhaltige Stahl wird vor dem Ausschmieden nochmals erhitzt.

Als Beispiel der Zusammensetzung einiger Stahlsorten seien folgende Analysen angeführt:

		1.	2.	3.	4.	5.	6.
Eisen		97,91	98,154	98,602	98,75	99,01	98,12
Kohlenstoff	$C\alpha$	1,69	1,730	1,380	1,02	0,41	1,87
	$C\beta$		0,010	Spur	0,15	0,08	
Silicium		0,03	0,203	0,006	0,04	—	0,10
Schwefel		Spur	0,003	—	—	—	—
Phosphor		—	—	Spur	—	—	—
Mangan		—	—	0,012	—	—	—
Kupfer		0,37	—	—	—	—	—
		100,00	100,000	100,000	100,00	100,00	100,00

1. Raffinirter Gerbstahl von Siegen. 2. Gussstahl von Schmalkalden. 3. Puddelstahl. 4. Russische Gussstahlkanone. 5. Cementstahl von Elberfeld. 6. Englischer Cementstahl.

Stahlstich. Zum Graviren und Aetzen von Stahl (Siderographie) benutzt man Platten aus Gussstahl, entkohlt sie auf der Oberfläche, um sie zum Graviren geeignet zu machen und verwandelt sie nach dem Graviren wieder in Stahl. Eine solche Platte dient als Matrize, um mittelst derselben Patrizen anzufertigen, die zur beliebigen Uebertragung des Stiches auf andere Platten benutzt werden. Zur Anfertigung der Patrizen dient eine Walze aus Gussstahl, die eine so grosse Oberfläche besitzen muss, dass diese die Platte gerade bedeckt. Die Walze wird auf der Oberfläche entkohlt und sodann gegen die Matrize gepresst, so dass die Zeichnung erhaben auf der Patrize zum Vorschein kommt. Die Patrize wird darauf gehärtet und kann nun benutzt werden, um auf Kupfer oder weich gemachte Stahlplatten die Zeichnung zu übertragen. Anstatt des Gravirens der Platten wendet man auch das Aetzen an, zeichnet wie gewöhnlich und ätzt sodann die Zeichnung in den Stahl mittelst einer Aetzflüssigkeit ein; als solche benutzt man Salpetersäure, oder salpetersaures Silberoxyd oder schwefelsaures Kupferoxyd. Eine vorzügliche Aetzflüssigkeit ist eine Auflösung von 2 Th. Jod und 5 Th. Jodkalium in 40 Theilen Wasser.

Das Blutlaugensalz und Berliner Blau.

Blutlaugensalz. Gelbes Blutlaugensalz, Ferrocyankalium, Kaliumeisencyanür, blausaures Eisenoxydul-Kali oder Blausalz ist ein in technischer Beziehung überaus wichtiger Körper. Das Blutlaugensalz krystallisirt in grossen, blass citronengelben Prismen, die luftbeständig sind, bitterlich süss schmecken, sich in 4 Th. kaltem und 2 Th. siedendem Wasser, aber nicht in Alkohol lösen.

Es besteht in 100 Theilen aus:

37,03 Kalium,
17,04 Kohlenstoff } Cyan,
19,89 Stickstoff }
13,25 Eisen,
12,79 Wasser,

und wird betrachtet entweder als eine Verbindung von Ferrocyan ($Fe, 3\,C_2 = Cfy$) mit Kalium und Wasser: $Cfy, 2\,K + 3\,HO$, oder als eine Verbindung von Eisencyanür ($FeC_2N = FeCy$) mit Cyankalium und Wasser: $FeCy + 2\,KCy + 3\,HO$. Bei der Temperatur des siedenden Wassers verlieren die Krystalle ihr Wasser.

Im Grossen stellt man das Blutlaugensalz dar, indem man stickstoffhaltige Kohle, wie die aus Horn, Blut, Klauen, Wollstaub, Lederabschnitten, mit Potasche in eisernen Gefässen zusammenschmilzt. Man nimmt entweder auf 100 Th. Potasche 75 Th. einer solchen Kohle, oder nach Runge auf 100 Th. Potasche 400 Th. Hornkohle und 10 Th. Eisenfeile. Das Schmelzen geschieht entweder in bedeckten Tiegeln oder in ovalen, flachen Kesseln in Flammenöfen unter bisweiligem Umrühren, bis die anfänglich stark schäumende Masse ruhig fliesst; die erhaltene schwarze Masse, die sogenannte Schmelze, wird mit siedendem Wasser ausgezogen. Die Flüssigkeit heisst die Rohlauge oder Blutlauge. Aus ihr krystallisirt beim Erkalten Blutlaugensalz heraus, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird.

Die Theorie der Bildung des Blutlaugensalzes ist folgende: Es treten kohlensaures Kali, schwefelsaures Kali, stickstoffhaltige Kohle und Eisen in Wechselwirkung. Durch die Einwirkung der Kohle entsteht Kalium und Schwefelkalium. Letzteres giebt seinen Schwefel an das Eisen ab und bildet Schwefeleisen, während zugleich der Stickstoff der Kohle durch Veranlassung des Kaliums mit dem Kohlenstoff Cyan bildet, welches mit dem Kalium zu Cyankalium zusammentritt. Beim Auslaugen der Schmelze mit Wasser zersetzen sich Cyankalium und Schwefeleisen gegenseitig, wodurch Blutlaugensalz und Schwefelkalium entsteht, welches aufgelöst in der Mutterlauge zurückbleibt. v. Liebig hat nachgewiesen, dass in der Schmelze nur Cyankalium und das Eisen, nicht aber Blutlaugensalz enthalten ist. Erst durch Behandeln der Schmelze mit Wasser oder durch die Einwirkung von feuchter Luft erzeugt sich Blutlaugensalz. Häufig setzt man bei dem Schmelzprocesse Leder, getrocknetes Blut etc. unverkohlt zu, was den Vortheil hat, dass das sich entwickelnde Ammoniak die Bildung von Cyankalium veranlasst. Man hat auch versucht durch die Einwirkung von Ammoniak auf glühendes kohlensaures Kali, so wie unter Mitwirkung des Stickstoffs der atmosphärischen Luft Cyankalium zu erzeugen. Letztere Methode besteht darin, dass man mit 30 pCt. kohlensaurem Kali getränkte, gepulverte Holzkohle in stehenden, weiten, thönernen Cylindern 10 Stunden lang in der Weissglühhitze erhält und Luft durchleitet. Die durchgeglühte Kohle wird mit gepulvertem Spatheisenstein gemengt und ausgelaugt. Es hat indessen nicht den Anschein, als ob dieses neue Verfahren für jetzt das ältere zu verdrängen geeignet wäre.

Mehr Aussicht auf Erfolg hat die Darstellung von Cyanbarium mit Hülfe des atmosphärischen Stickstoffes, da der Baryt erfahrungsmässig weit leichter als das Kali Kohlenstoff und Stickstoff zu Cyan vereinigt, und die Ueberführung des Cyanbariums in Blutlaugensalz.

Anwendung des gelben Blutlaugensalzes. Das gelbe Blutlaugensalz dient in der Technik zur Darstellung des rothen Blutlaugensalzes, des Berliner Blaues, des Cyankaliums, in der Färberei zur Erzeugung von Blau und Braunroth, so wie zur oberflächlichen Umwandelung des Eisens in Stahl (Einsatzhärtung). In der neueren Zeit ist es auch zur Fabrikation von Schiesspulver empfohlen worden.

Rothes Blutlaugensalz. Das rothe Blutlaugensalz, Ferridcyankalium, Kaliumeisencyanid oder Gmelins Salz ist ein ebenfalls in der Färberei häufig angewendeter Körper. Dieses Salz krystallisirt in wasserfreien, schönen, rothen Säulen, die sich in 4 Th. Wasser lösen.

Es besteht in 100 Theilen aus:

35,58	Kalium,	
21,63	Kohlenstoff	Cyan,
25,54	Stickstoff	
17,29	Eisen,	

und wird betrachtet entweder als eine Verbindung von Ferridcyan (2 Fe + 6 C_2N = 2 Cfy) mit Kalium: 2 Cfy, 3 K, oder als eine Verbindung von Eisencyanid (2 Fe, 3 C_2N = Fe_2 Cy_3) mit Cyankalium: Fe_2 Cy_3 + 3 K Cy.

Man stellt es dar, indem man entweder durch eine Lösung des gelben Blutlaugensalzes Chlorgas leitet, bis Eisenoxyd nicht mehr gefällt wird, und die Lösung zum Krystallisiren abdampft; oder auf trockenem Wege, indem man fein zerriebenes gelbes Blutlaugensalz der Wirkung von Chlorgas aussetzt, wobei es häufig umgerührt, oder in einem Fasse, welches sich langsam um seine Achse dreht, und in welches man das Chlorgas einleitet, bewegt werden muss. Sobald man bemerkt, dass das Chlor unabsorbirt durch die Masse hindurchgeht, muss die Operation unterbrochen, und das Pulver der Wirkung des Chlors entzogen werden. Man löst dann in möglichst wenig Wasser; rothes Blutlaugensalz krystallisirt heraus, während Chlorkalium gelöst bleibt:

$$2\,\underbrace{(2\,K\,Cy + Fe\,Cy)}_{\text{Gelbes Blutlaugensalz}} + Cl = ClK + \underbrace{(Fe_2\,Cy_3 + 3\,K\,Cy)}_{\text{Rothes Blutlaugensalz}}$$

Das rothe Blutlaugensalz dient hauptsächlich zum Blaufärben von Wollstoffen und (mit Natron- oder Kalilauge gemischt) als Aetzmittel (Mercer's Liquor) in der Kattundruckerei.

Cyankalium. Das C y a n k a l i u m oder blausaure Kali (KCy) findet in der galvanischen Vergoldung und als Reductionsmittel vielfache Anwendung. Es steht zu erwarten, dass diese Verbindung bald im Grossen und billiger dargestellt werden wird, um eine ausgedehntere Anwendung zu erlangen. Man erhält es, indem man getrocknetes Blutlaugensalz in einem Porcellantiegel erhitzt, so lange noch Stickstoffgas entweicht. Am Boden des Tiegels sondert sich Kohleneisen ab, während das darüber stehende Cyankalium abgegossen wird (2 CyK, Fe Cy = 2 KCy + Fe C_2 + N). Aus 10 Th. Blutlaugensalz erhält man 7 Th. Cyankalium. Dass Cyankalium als Hochofenprodukt sich bildet, ist Seite 13 angegeben worden. Nach L i e b i g's Methode erhitzt man ein Aeq. Blutlaugensalz mit einem Aeq. kohlensaurem Kali. Zehn Theile Blutlaugensalz geben nach diesem Verfahren 8,8 Th. Cyankalium, das mit 2,2 Th. cyansaurem Kali gemengt ist. Für technische Zwecke ist ein Gemenge von Cyankalium mit Cyannatrium (C y a n s a l z genannt) bedeutend wohlfeiler. Man stellt es dar, indem man 8 Th. trocknes gelbes Blutlaugensalz mit 2 Th. trockenem kohlensaurem Natron zusammenschmilzt. Die Masse schmilzt sehr bald und das Eisen des Blutlaugensalzes sondert sich vollständig und leicht von der dünnflüssigen Masse ab. Das so dargestellte Cyansalz wird an der Luft minder leicht zersetzt als das Cyankalium und lässt sich bei weit niedrigerer Temperatur darstellen.

Nitroprussidnatrium. Das N i t r o p r u s s i d n a t r i u m, eine von P l a y f a i r zuerst dargestellte Verbindung, die man erhält, indem man Salpetersäure in der Wärme auf gelbes Blutlaugensalz einwirken lässt, bildet rubinrothe Krystalle, deren Lösung mit löslichen Schwefelmetallen eine prächtig purpurrothe Flüssigkeit bildet.

Berliner Blau. B e r l i n e r B l a u, P a r i s e r B l a u, Eisencyanürcyanid. Man unterscheidet drei verschiedene Sorten Berlinerblau, die sich von einander durch ihre Bereitungsweise und ihre Zusammensetzung unterscheiden, nämlich das n e u t r a l e, das b a s i s c h e B e r l i n e r b l a u und ein G e m i s c h v o n b e i d e n.

Das n e u t r a l e B e r l i n e r b l a u (Pariserblau, Erlangerblau, Hamburgerblau) wird erhalten, indem man eine Lösung von gelbem Blutlaugensalz in eine Lösung von Eisenchlorid oder in die eines Eisenoxydsalzes giesst. Es bildet sich ein prächtig blauer, sehr voluminöser Niederschlag, welcher sich nur schwierig auswaschen

lässt und stets eine gewisse Menge gelbes Blutlaugensalz enthält, das durch Auswaschen nicht entfernt werden kann.

Das basische Berlinerblau entsteht durch Fällen von gelbem Blutlaugensalz mit Eisenoxydullösung, wodurch ein weisser Niederschlag von Eisencyanür sich bildet, welcher an der Luft oder durch oxydirende Agentien blau wird, indem ein Theil des Eisens sich oxydirt, wodurch ein anderer Theil Eisencyanür jenes Cyan aufnimmt und dadurch in Cyanid übergeht, welches sich mit dem übrig gebliebenen Cyanür zu Berlinerblau vereinigt, welchem Eisenoxyd beigemischt ist. Man giebt an, das basische Berlinerblau unterscheide sich von dem neutralen dadurch, dass es im Wasser löslich sei. Diess ist insofern nicht richtig, als die Löslichkeit dieser Verbindung durch einen Gehalt an Blutlaugensalz bedingt ist.

Da man im Fabrikbetriebe aber weder reines Eisenoxydul- noch ein reines Eisenoxydsalz anwendet, sondern immer ein oxydhaltiges Eisenoxydulsalz, so besteht der Niederschlag anfangs immer aus einem Gemenge von neutralem Berlinerblau mit weissem Eisencyanür, welches später in basisches Berlinerblau übergeht. Das Berlinerblau des Handels ist daher immer ein Gemisch von neutralem mit basischem Berlinerblau in wechselnden Verhältnissen.

Als Eisenoxydulsalz wendet man allgemein Eisenvitriollösung an, die durchaus frei von Kupfer sein muss, indem Kupfersalze mit Blutlaugensalz einen chocoladebraunen Niederschlag geben.

Nach dem älteren Verfahren löst man den Eisenvitriol und den Alaun in siedendem Regen- oder Flusswasser, klärt die Flüssigkeit durch Decantiren und schüttet sie noch heiss unter beständigem Umrühren in die heisse Blutlauge, so lange als noch ein Niederschlag erfolgt. Man zieht die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit ab und ersetzt sie durch frisches Wasser, lässt wieder absetzen und fährt damit fort, bis alles schwefelsaure Kali entfernt ist. Man bringt nun den Niederschlag auf Seihetücher zum Abtropfen und unterwirft ihn dann der Anfeuerung. Zu diesem Zwecke erhitzt man den im Wasser suspendirten Niederschlag bis zum Sieden, setzt dann Salpetersäure hinzu, kocht noch einige Minuten, entleert das Ganze in einen Bottich und setzt englische Schwefelsäure hinzu. Nach Verlauf von einigen Tagen wird der unterdessen blau gewordene Niederschlag ausgewaschen, an der Luft etwas getrocknet, ausgepresst, in kleine länglich viereckige Stückchen zerschnitten, in schwach geheizten Trockenkammern getrocknet und zuletzt in einem bis auf etwa 80° geheizten Raume getrocknet. Da sich das Berlinerblau nach dem Austrocknen nur mit grosser Schwierigkeit in den Zustand feinster Zertheilung zurückführen lässt, den es frisch gefällt hatte, so bringt man es auch als Teig (*en pâte*) in den Handel.

Die dem Berlinerblau beigemengte Thonerde hat sich aufs innigste mit dem Blau gemischt und vergrössert so die Quantität, ohne die Intensität der Farbe zu beeinträchtigen. Sind dem Berlinerblau grössere Mengen Thonerde beigemengt, so wird seine Farbe natürlich lichter und es heisst dann Mineralblau, obgleich man unter dieser Benennung auch zu Pulver zerriebene Kupferlasur oder durch Fällung von salzsaurem oder salpetersaurem Kupferoxyd erzeugtes, mit Kalk verunreinigtes Kupferoxyd versteht. —

Nach neueren Angaben lässt sich das Berlinerblau auf folgende Weise am besten herstellen:

Erstes Verfahren. Es beruht auf der Anwendung des Chlors im Königswasser zur Zersetzung des weissen Niederschlages, in bekannter Weise aus Blutlaugensalz und Eisenvitriol dargestellt. Der Eisenvitriol muss möglichst oxydfrei sein. Es muss ferner die Blutlaugensalzlösung noch heiss niedergeschlagen werden, damit eine Oxydation des Nieder-

schlages und die dadurch herbeigeführte vorzeitige Bläuung desselben so viel als thunlich vermieden werde. Deshalb muss auch der weisse Niederschlag sogleich und zwar möglichst schnell abfiltrirt werden. Nur das durch oxydirende Einwirkung des Chlors, der Salpetersäure etc. auf den weissen Niederschlag entstandene Blau besitzt die erforderliche Intensität der Farbe, während der an der Luft blau gewordene Niederschlag, selbst wenn er durch Digestion mit Salzsäure von dem beigemengten Eisenoxydhydrat befreit wurde, stets eine wenig ausgiebige Farbe liefert. Das Auswaschen und Trocknen erfolgt wie gewöhnlich.

Zweites Verfahren. Hierbei geschieht das Anbläuen des weissen Niederschlages durch Eisenchlorid (oder schwefelsaures Eisenoxyd), welches dadurch zu Eisenchlorür (oder schwefelsaurem Eisenoxydul) reducirt wird, dass man darauf anstatt des Eisenvitriols zur Herstellung des weissen Niederschlages benutzt.

Das dritte vorgeschlagene Verfahren gründet sich darauf, dass das Anbläuen des weissen Niederschlages auch durch eine Auflösung von Manganchlorid (Mn_2Cl_3) zu bewirken ist. Das Vortheilhafte dieser Methode ist lediglich durch lokale Verhältnisse bedingt. Da der Handelswerth der Manganerze von ihrem Gehalte an Mangansuperoxyd abhängt, die gewöhnlichen Erze aber meistens ziemlich viel Manganoxyd beigemengt enthalten, das denselben durch Salzsäure in der Kälte entzogen werden kann, so liesse sich durch Digestion der Manganerze mit Salzsäure der Handelswerth derselben steigern und zu gleicher Zeit ein Anbläuungsmittel für die Fabrikation von Berlinerblau gewinnen.

Viertes Verfahren. Auch eine Auflösung von Chromsäure (gewöhnlich ein Gemisch von zweifach chromsaurem Kali mit Schwefelsäure) lässt sich zum Anbläuen des weissen Niederschlages anwenden, indessen ist auch diese Methode nur unter gewissen Bedingungen anzuempfehlen, da das sich bildende Chromoxydsalz in der Regel schwer zu verwerthen sein wird.

Turnbull's Blau.

Turnbull's Blau. Wird eine Lösung von rothem Blutlaugensalz mit einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul vermischt, deren Menge jedoch nicht zu vollständiger Zersetzung des rothen Blutlaugensalzes hinreicht, so erhält man den in England unter dem obigen Namen bekannten Niederschlag, der wesentlich aus $Fe_2Cy_3 + 3 FeCy$ besteht, ausserdem auch noch chemisch gebundenes gelbes Blutlaugensalz enthält.

Es ist wiederholt vorgeschlagen worden, Berlinerblau aus den Nebenprodukten der Gasfabrikation aus Steinkohlen darzustellen, so aus dem ammoniakalischem Wasser und aus dem Kalk, womit das Steinkohlengas gereinigt worden ist. Dieses Gaskalk enthält nicht nur Cyancalcium und Cyanammonium, sondern auch ziemlich viel freies Ammoniak. Um letzteres besonders zu gewinnen, setzt man den Gaskalk Wasserdämpfen aus und leitet das sich entwickelnde Ammoniak in Schwefelsäure. Das Zurückbleibende wird mit Wasser ausgelaugt. Die Lauge enthält die Cyanverbindungen gelöst; aus ihr wird auf gewöhnliche Weise Berlinerblau erzeugt. Nach Versuchen von Krafft geben 1000 Kilogr. Gaskalk nach dem angegebenen Verfahren behandelt, 12 — 15 Kilogr. Berlinerblau und 15 — 20 Kilogr. Ammonialksalz.

Lösliches Berlinerblau.

Lösliches Berlinerblau. Da das gewöhnliche Berlinerblau seiner Unlöslichkeit im Wasser wegen nur als Deckfarbe Anwendung finden kann, das basische Berlinerblau aber nur bei Gegenwart von Blutlaugensalz sich löst, so ist die Entdeckung, dass reines Berlinerblau sich in Oxalsäure löse und in dieser Gestalt als Saftfarbe Anwendung finden könne, für die Farbentechnik von grosser Wichtigkeit. Nach dem von den Entdeckern angegebenen Verfahren soll man das Berlinerblau 1 — 2 Tage lang mit concentrirter Salzsäure, oder auch mit concentrirter Schwefelsäure, welche letztere nach dem Vermischen mit dem Berlinerblau mit einem gleichen Quantum Wasser verdünnt wird, digeriren, darauf die Säure beseitigen, das Berlinerblau vollständig auswaschen, trocknen und in Oxalsäure lösen. Das zweckmässigste Mengenverhältniss zur Darstellung einer haltbaren Lösung besteht in 8 Th. mit Schwefelsäure behandeltem Berlinerblau, 1 Th. Oxalsäure und 256 Th. Wasser.

Nach anderen Angaben erhält man in Wasser vollkommen und leicht lösliches Berlinerblau 1) durch Fällen einer wässerigen Lösung von Eisenjodür mit Blutlaugensalz, so dass letzteres jedoch im Ueberflusse bleibt, 2) durch Vermischen einer Lösung von Eisenchlorid in ätherhaltigem Weingeist mit wässeriger Blutlaugensalzlösung.

Reines Berlinerblau ist dunkelblau, hat einen kupferähnlichen Glanz und Strich, ist in Wasser und Alkohol unlöslich und wird durch alkalische Lösungen und concentrirte Säuren, sowie durch Erhitzen zersetzt. Je leichter und lockerer, um so besser ist es. Man verwendet es besonders in der Wassermalerei und als Leimfarbe, seltener in der Oelmalerei. Die vorzüglichste Anwendung findet das Berlinerblau in der Färberei für Wolle und Baumwolle und in der Zeugdruckerei. Das Verfahren, es auf Seide anzuwenden, heisst nach seinem Erfinder *Bleu-Raymond*.

Wie schon angeführt, enthält das Berlinerblau häufig Thonerde, den geringeren und helleren Sorten (dem Mineralblau) sind ausserdem Schwerspath und gefällter schwefelsaurer Baryt (Barytweiss), Kaolin, Zinkweiss und Magnesia beigemengt. Nach den Angaben von Pohl soll das Berlinerblau in neuerer Zeit mit Stärkekleister, der mit Jodtinctur gebläut ist, vermischt, im Handel vorkommen.

Das Kobalt.

(Co = 29,5.)

Metallisches Kobalt. Das Kobalt kommt in der Natur hauptsächlich als Speiskobalt $CoAs$ und als Glanzkobalt $CoAs + CoS_2$ vor. Die gerösteten Kobalterze, welche von den Porcellan-, Glas- und Fayencefabrikanten gekauft werden, führen die Namen Safflor, Zaffer, Kobaltsafflor. In neuerer Zeit stellt man in Iserlohn nach einem noch nicht bekannten Verfahren metallisches Kobalt im Grossen dar. Es besitzt, wie die Barren lehren, welche Fleitmann 1862 in Lond n ausgestellt hatte, eine stahlgraue Farbe mit einem Stich ins Röthliche, hat lebhaften Metallglanz, lässt sich gut poliren, ist geschmeidig und dehnbar und übertrifft an Zähigkeit das Eisen. Sein spec. Gewicht ist 8,7.

Kobaltfarben. Je nach der Reinheit der gerösteten Kobalterze unterscheidet man ordinäre (OS), mittlere (MS) und feine (FS und FFS) Safflore. Sie bestehen wesentlich aus Kobaltoxyd, -oxydul, Arsen, Nickel, mit Spuren von Mangan-, Wismuthoxyd u. s. w. Die Safflore werden zur Darstellung der Kobaltfarben angewendet. In Schweden stellt man Safflor durch Fällen einer Lösung von schwefelsaurem Kobaltoxydul mit einer Lösung von kohlensaurem Kali dar. Man stellt aus dem Safflor dar: die Smalte, das Kobaltultramarin, das Coeruleum und das Rinmann'sche Grün, an welche sich das Kobaltgelb anschliesst.

Smalte. Es ist bekannt, dass Gläser durch Kobaltverbindungen blau gefärbt werden. Schmelzt man Zaffer (unreines Kobaltoxydul) mit Kieselerde und Kali zusammen, so erhält man ein intensiv blaues Glas, das im fein gemahlenen Zustande unter dem Namen Smalte oder blaue Farbe bekannt ist. Der Erfinder derselben ist der böhmische Glasmacher Christoph Schürer, welcher in der Mitte des 16. Jahrhunderts lebte. Er verkaufte sein Geheimniss den Engländern, welche Farbemühlen anlegten und das Kobalt aus Sachsen kommen liessen. Zu gleicher Zeit entstanden in Böhmen 11 Farbemühlen. Alle diese Werke gingen aber ein, als Churfürst Joh. Georg I. die Kobaltausfuhr in Sachsen verbot und selbst die noch bestehenden Farbenwerke bei Schneeberg anlegte.

Man stellt die Smalte auf den Blaufarbenwerken dar, indem man die gerösteten Kobalterze mit Quarzsand und Potasche in Tiegeln in einem Glasofen zusammenschmilzt; das erhaltene Glas wird, so wie es aus dem Ofen kommt, abgelöscht, wodurch es mürbe wird und zerfällt. Darauf wird das Glas in Pochwerken gepocht und mit Wasser auf Mühlen fein gemahlen. Das fein gemahlene Pulver lässt man

mit Wasser in Waschfässern stehen, was sich zuerst absetzt, ist das grössere Streublau (Streusand), das auf die Mühle zurückgegeben oder in den Handel gebracht wird. Aus der trüben Flüssigkeit setzen sich nach und nach ab Couleur (gröberes Pulver), Eschel und Sumpfeschel. Durch wiederholtes Mahlen und Auswaschen stellt man aus der gewöhnlichen Smalte verschiedene Sorten dar. Die beste, d. h. die kobaltreichste Sorte Smalte heisst Königsblau. Eigenthümlich ist es, dass das Kobaltoxydul (CoO), dessen Salze (auch das kieselsaure Kobaltoxydul CoO, SiO_3) sonst eine rothe Färbung besitzen, in der Smalte Tiefblau erzeugt. Eine Reihe von R. Ludwig in Schwarzenfels ausgeführter Versuche hat gezeigt, dass die färbende Substanz der Smalte das Kali-Kobaltoxydul-Silicat CoO, 2 Si O_3 + KO, 2 Si O_3 ist, in welchem sich der Sauerstoff der Säure zu dem der Base wie 6 : 1 verhält.

Ludwig fand in 100 Theilen

	norwegischer Smalte	deutscher Smalte	
	(höhere Couleur)	(hohe Eschel)	(grobe blasse Couleur)
Kieselerde . . .	70,86	66,20	72,11
Kobaltoxydul . .	6,49	6,75	1,95
Kali und Natron .	21,41	16,31	1,80
Thonerde . . .	0,43	8,64	20,04

Ausserdem fanden sich kleine Mengen von Eisenoxydul, Kalk, Nickeloxydul, Arseniksäure, Kohlensäure und Wasser.

Da bei dem Rösten der Kobalterze das Rösten nicht lange genug fortgesetzt wird, um das in den Erzen enthaltene Nickel zu oxydiren, so schmilzt dieses Metall in

Kobaltspeise.

den Häfen mit den noch vorhandenen Metallen zu einer Masse zusammen, welche Kobaltspeise genannt wird. Sie ist von weisser, ins Röthliche gehender Farbe, starkem Metallglanz und feinkörnigem Bruch und besteht aus:

Nickel 40 — 56 %
Arsenik 26 — 44 „

ausserdem aus Eisen, Wismut, Schwefel u. s. w.

Die Kobaltspeise (Nickelspeise) ist ein geeignetes Material zur Darstellung des Nickels.

Anwendung der Smalte.

Man benutzt die Smalte zum Bläuen des Papiers, der Leinwand, zum Blaufärben des Krystallglases und des Emails etc. Wegen ihrer Härte eignet sie sich nicht besonders zum Bläuen des Papiers, da ein mit Smalte gebläutes Papier die Feder stumpf macht. In der neueren Zeit ist die Smalte in ihrer Anwendung zum Bläuen zum grossen Theil durch das künstliche Ultramarin verdrängt worden.

Kobaltultramarin.

Kobaltultramarin oder Leithener Blau (Bleu Thénard) ist eine aus Thonerde und Kobaltoxydul (thonsaurem Kobaltoxydul) bestehende Farbe, welche zuerst von Wenzel in Freiberg, dann zum zweiten Male von Gahn in Fahlun und endlich zum dritten Male von Thénard in Paris entdeckt wurde. Man stellt das Kobaltultramarin dar, indem man eine Alaunlösung mit der Lösung eines Kobaltoxydulsalzes mischt und dann durch kohlensaures Natron fällt. Der aus Thonerdehydrat und Kobaltoxydulhydrat bestehende Niederschlag wird ausgewaschen, getrocknet und anhaltend geglüht. Nach Louyet soll man das gallertartige Thonerdehydrat mit phosphorsaurem oder arseniksaurem Kobaltoxydul mengen, worauf schon in der Rothglühhitze die blaue Farbe entstehen soll. Die Gegenwart von Phosphorsäure oder Arseniksäure begünstigt auch in der That die Verbindung der Thonerde mit dem Kobaltoxydul und erhöht die Schönheit des Kobaltultramarins. Die Farbe desselben kommt bei Tageslicht dem Ultramarin fast ganz gleich, bei

künstlichem Lichte erscheint sie aber, wie die meisten Kobaltfarben, schmutzig violett. Diese Verbindung ist luft- und feuerbeständig, und wird in der Wasser-, Oel- und Porcellanmalerei benutzt.

Coeruleum. Das Coeruleum ist eine neue blaue Farbe für die Oel- und Aquarellmalerei, welche in England dargestellt wird und die vortreffliche Eigenschaft besitzt, beim Lampenlichte nicht violett zu erscheinen. Es ist zinnsaures Kobaltoxydul, gemengt mit Zinnsäure und Gyps und besteht aus 49,6 Th. Zinnoxyd, 18,6 Kobaltoxydul und 31,8 Th. Gyps.

Rinmann'sches Grün. Das Rinmann'sche Grün ist die dem Kobaltultramarin entsprechende grüne Verbindung, in welcher die Thonerde durch Zinkoxyd ersetzt ist. Man stellt diese Farbe dar, indem man Zinkvitriollösung mit Kobaltoxydullösung mengt, das Gemenge vermittelst kohlensauren Natrons fällt, den Niederschlag auswäscht, trocknet und glüht. Es besteht aus 88 Th. Zinkoxyd und 12 Th. Kobaltoxydul.

Kobaltoxydul. Das in der Porcellan- und Glasmalerei angewendete Kobaltoxydul (Kobaltoxyd) ist wohl von der Smalte und dem Safflor zu unterscheiden. Man stellt es auf den Blaufarbenwerken und in chemischen Fabriken theils auf trocknem, theils auf nassem Wege dar. Ersteren schlägt man in England und Norwegen, letzteren in Sachsen und auf den tunaberger Kobaltwerken in Schweden ein. Das schwarze Kobaltoxyd des Handels (RKO) besteht zum grössten Theile aus reinem Kobaltoxyd ($Co_2\ O_3$) und wird nach Mitscherlich wahrscheinlich dargestellt, indem man Kobaltoxydulhydrat oder kohlensaures Kobaltoxydul bei Zutritt der Luft längere Zeit erhitzt. Der grösste Theil der im Handel vorkommenden Kobaltoxyde wird in Schneeberg dargestellt. Man unterscheidet RKO Hyperoxyd, PKO phosphorsaures Oxydulhydrat, AKO arseniksaures Oxydulhydrat, KOH kohlensaures Oxydulhydrat.

Chemisch reines Kobaltoxydul. Chemisch reines Kobaltoxydul, wie es bisweilen zur Erzeugung zarter Farben angewendet werden muss, stellt man am besten nach Liebig dar, indem man einen Theil geröstetes und gepulvertes Kobalterz mit 2 Th. zweifach schwefelsaurem Kali erhitzt, bis keine Schwefelsäure mehr entweicht. Die erkaltete Masse, welche aus schwefelsaurem Kali, schwefelsaurem Kobaltoxydul und unlöslichen arseniksauren Salzen besteht, wird mit Wasser ausgezogen und die Lösung zur Abscheidung des möglicherweise vorhandenen Eisens mit etwas Kobaltoxydulhydrat digerirt. Die vom ausgeschiedenen Eisenoxydhydrat abfiltrirte Lösung wird durch kohlensaures Natron gefällt und der entstandene Niederschlag nach dem Auswaschen geglüht.

Salpetrigsaures Kobaltoxydul-Kali. Das salpetrigsaure Kobaltoxydul-Kali oder Kobaltgelb wurde zuerst von Fischer in Breslau durch Vermischen einer Kobaltoxydullösung mit salpetrigsaurem Kali dargestellt. Es erscheint als gelber, krystallinischer Niederschlag, welcher in Wasser ganz unlöslich ist. Fischer schlug das salpetrigsaure Kali als sicheres und empfindliches Reagens auf Kobalt vor, indem es in einer Lösung von $^1/_{1000}$ Kobalt sogleich, in einer Lösung von $^1/_{3000}$ nach wenigen Stunden einen gelben Niederschlag giebt. E. St. Evre untersuchte den gelben Körper näher und hob besonders, wegen seiner schönen Farbe, welche vollkommen der des *Jaune indien* (euxanthinsaure Magnesia) ähnlich ist, und seiner Beständigkeit unter dem Einflusse oxydirender und schwefelnder Substanzen, seine Anwendbarkeit in der Oel- und Aquarellmalerei hervor. Man stellt die gelbe Verbindung nach St. Evre dar, indem man aus salpetersaurem Kobaltoxydul-Kali durch einen geringen Ueberschuss von Kali rosenrothes Kobaltoxydul-Kali fällt und in den Brei Stickstoff-

oxydgas leitet oder einfacher nach Hayes, indem man Dämpfe von Untersalpetersäure in eine mit etwas Kali versetzte Lösung von salpetersaurem Kobaltoxydul leitet, wo alles Kobalt in Kobaltgelb übergeführt wird. Nach St. Evre soll diese Verbindung aus KO, CoO, $N_2 O_3$ bestehen. Nach einer neuen Untersuchung von A. Stromeyer ist dagegen ihre Formel $Co_2 O_3$, 2 NO_3 + 3 KO, NO_3 + 2 HO.

Da das salpetrigsaure Kobaltoxydul-Kali auch aus unreinen Kobaltoxydullösungen vollkommen frei von Nickel, Eisen etc. gefällt wird, so ist es auch in der Porcellan- und Glasmalerei allen anderen Kobaltpräparaten vorzuziehen, wenn es sich um die Herstellung einer reinen blauen Nüance handelt.

Das Nickel.

(Ni = 29,5.)

Nickel, dessen Vorkommen.

Das Nickel kommt in folgenden Nickelerzen vor: dem Kupfernickel Ni_2 As (mit 44 pCt. Ni), dem Antimonnickel Ni_2 Sb (mit 31,4 pCt. Ni), dem Weissnickelkies Ni As (mit 28,2 pCt. Ni), dem Nickel- oder Haarkies Ni S (mit 64,8 pCt. Ni) und dem Nickelantimonglanz Ni S_2 + Ni (Sb, As) (mit 26,8 pCt. Ni). Häufig ist auch ein mit vorstehenden Nickelerzen imprägnirter Magnetkies und Schwefelkies Gegenstand der Nickelgewinnung, auch die Kobaltspeise der Blaufarbenwerke (vergl. S. 36) und gewisse bei manchen Kupferhüttenprocessen erzeugte Produkte.

Gewinnung des Nickels (Würfelnickels).

In Dillenburg (Nassau) gewinnt man das Nickel als sogenanntes Würfelnickel aus nickelhaltigem Schwefel- und Kupferkies auf folgende Weise: Die Erze, welche im Durchschnitt 7,5 pCt. Nickel enthalten, werden zunächst mit Hülfe von Röstung und Schmelzung in Rohstein (a) verwandelt, welcher durch wiederholtes Schmelzen und Rösten in Concentrationsstein (b) übergeht, der wiederum durch Raffiniren oder Verblasen in den Raffinationsstein (c) übergeführt wird.

	(a)	(b)	(c)
Nickel . . .	19	24	35
Kupfer . . .	13	39	43
Eisen . . .	35	12	2
Schwefel . .	33	25	20
	100	100	100

Der Raffinationsstein wird hierauf geröstet, das Röstprodukt in Salzsäure gelöst, die salzsaure Lösung mit Kalkmilch gefällt, und zwar fractionirt, so dass man das Nickeloxydhydrat von dem Eisen- und Kupferoxyd trennen kann. Das Nickeloxyd wird mit Kohlenstaub gemengt in Kohletiegeln zu Metalle reducirt und letzteres in Würfelform gebracht. Es enthält:

	I.	II.	III.
Nickel	98,29	96,29	96,17
Kupfer	0,24	0,41	2,17
Eisen	0,81	0,98	0,45
Unlöslicher Rückstand	0,66	1,40	1,21

Das kupferhaltige Nickeloxyd wird auf gleiche Weise zu Kupfernickel reducirt und dieses (aus 66,6 Kupfer und 33,4 Nickel bestehend) an die Neusilberfabriken abgegeben. Aus der Kobaltspeise (Nickelarsenikspeise) lässt sich das Würfelnickel (das nicht selten grössere Mengen Kupfer enthält), auf ähnliche Weise darstellen.

Eigenschaften des Nickels.

Das reine Nickel ist weiss mit einem Stich ins Gelbliche, strengflüssig, ziemlich hart, sehr dehnbar und politurfähig, hat einen bedeutenden Glanz

und ein spec. Gewicht von 8,6. Es bietet manche Analogie mit dem Eisen dar, unterscheidet sich aber durch seine grössere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien von demselben; seiner silberähnlichen Farbe wegen und weil es den Einflüssen von Luft, Wasser und vielen Säuren widersteht, findet es zur Herstellung silberähnlicher Legirungen, namentlich des Neusilbers oder Argentans (siehe Kupfer) Anwendung. —

Das Kupfer.

(Cu = 31,7.)

Kupfer, Vorkommen desselben.

Das Kupfer ist eins der am häufigsten vorkommenden Metalle. Es war schon in den ältesten Zeiten bekannt und wurde von den Griechen und Römern zum grössten Theil von der Insel Cypern bezogen, daher der Name Cuprum, Kupfer. Es findet sich zum Theil gediegen, meist aber oxydirt und geschwefelt. Zu den oxydirten Kupfererzen gehören das Rothkupfererz, der Kupferlasur und Malachit, zu den geschwefelten der Kupferglanz, Kupferkies, das Buntkupfererz und die Fahlerze. Der grösste Theil des angewendeten Kupfers wird aus den geschwefelten Kupfererzen gewonnen.

Das gediegene Kupfer kommt in grosser Menge am Lake Superior in Nordamerika und in Chile vor. Unter dem Namen Kupfersand und Kupferbarilla werden gegenwärtig grosse Mengen von Erz aus Chile in England eingeführt, welches aus etwa 60—80 pCt. Kupfer und 20—40 pCt. Quarz besteht.

Das Rothkupfererz (Kupferoxydul) Cu_2O (mit 88,7 pCt. Kupfer) findet sich theils in Oktaëdern krystallisirt, theils derb und eingesprengt (Cornwallis). Ein inniges Gemenge von Kupferoxydul mit Eisenocker führt den Namen Ziegelerz.

Der Kupferlasur (mit 55,3 pCt. Kupfer) ist eine Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat ($2 [CuO, CO_2] + CuO, HO$) und kommt in schönen, blauen Krystallen, theils derb und eingesprengt vor. (Cornwallis, früher zu Chessy bei Lyon.)

Der Malachit (mit 57,4 pCt. Kupfer) ist basisch kohlensaures Kupferoxydhydrat ($CuO, CO_2 + CuO, HO$) und kommt theils in schiefen rhombischen Säulen, theils tropfsteinartig und fasrig (Atlaserz), theils erdig (Kupfergrün) meist mit Kupferlasur vor (Ural, Australien, Canada).

Der Kupferglanz, Halbschwefelkupfer (Cu_2S) mit 80 pCt. Kupfer, das Buntkupfererz, eine Verbindung von Kupferglanz mit Anderthalb-Schwefeleisen ($3 Cu_2S + Fe_2S_3$) mit 55,54 pCt. Kupfer, und der Kupferkies ($Cu_2S + Fe_2S_3$) mit 34,8 pCt. Kupfer, sind die wichtigsten der zur Kupfergewinnung angewendeten Schwefelverbindungen des Kupfers. Der Kupferkies ist häufig mit Eisenkies gemischt, auch Silber und Nickel kommen als Begleiter vor.

Der Kupferschiefer ist ein schwarzer, schiefriger, bituminöser Mergel, durchdrungen von eingesprengten oder in sehr dünnen Lagen in ihm enthaltenen Kupfererzen (Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupfererz). Er kommt auf älterem Sandsteine, mit Granit, Grauwacke, besonders im Mansfeldschen vor.

Die Fahlerze sind Verbindungen elektropositiver Schwefelmetalle (namentlich Schwefelkupfer) mit elektronegativen, deren Zusammensetzung nach H. Rose durch

$$4 RS, R S_3 + 2 (4 R_2 S, RS_3)$$

ausgedrückt wird; in dieser Formel ist RS = Schwefeleisen (FeS) und Schwefelzink ($Zn S$), $R_2 S$ = Halbschwefelkupfer ($Cu_2 S$) und Schwefelsilber; $R S_3$ = Schwefel-

antimon ($Sb\,S_3$) und Schwefelarsen ($As\,S_3$). Wegen des Silbergehaltes rechnet man die Fahlerze gewöhnlich zu den Silbererzen. Sie enthalten 14—41,50 pCt. Kupfer. Noch ist zu den Kupfererzen zu rechnen der Atakamit ($3\,CuO, HO + Cu\,Cl$) mit 56 pCt. Kupfer, welcher sich besonders in Chile findet und in den Kupferwerken von Swansea verhüttet wird.

Gewinnung des Kupfers. Je nach der Beschaffenheit der Kupfererze ist die Gewinnung des Kupfers eine verschiedene. Wenn sie bei den oxydirten (ockrigen) Kupfererzen auf eine einfache Reduction durch Kohle unter Zusatz eines Flussmittels zurückgeführt werden kann, ist doch die Menge der in der Natur vorkommenden oxydirten Kupfererze sehr gering; man verschmilzt sie deshalb meist mit den geschwefelten (kiesigen) Erzen. Wir betrachten in Folgendem die Gewinnung des Kupfers:

1) Aus oxydirten Erzen.
2) Aus geschwefelten Erzen.
3) Durch Cementation.

Die Kupfergewinnung aus den kiesigen Erzen geschieht entweder in Schachtöfen oder in Flammenöfen. Bei dem Schmelzen in Flammenöfen bewirkt man die Reduction des aus dem Kupferstein durch Rösten erhaltenen Kupferoxydes nicht durch Kohle, sondern durch den unzersetzt gebliebenen Schwefelgehalt des Steines selbst. Dadurch wird der Kupfergehalt immer mehr in dem Steine concentrirt, bis endlich zur Zersetzung der letzten Schwefelantheile geschritten werden kann. Diese Zersetzung wird durch das Abrösten des concentrirten Kupfersteins und das zu gleicher Zeit stattfindende Schmelzen desselben bewirkt, worauf bis zur vollständigen Abscheidung des Schwefels die Luft ungehindert zutreten kann. Dabei bildet sich stets Kupferoxydul, so dass zuletzt das gereinigte Kupfer sich im Zustande des übergaren Garkupfers befindet. Bei dem Verschmelzen der Kupfererze in den Schachtöfen befolgt man zwar das nämliche Verfahren, den Kupfergehalt des Erzes zuerst im Kupferstein zu concentriren, die Reduction des Kupferoxydes in dem gerösteten Stein geschieht aber nicht durch den Schwefel, sondern durch die Kohle, womit die Beschickung im Schachtofen geschichtet ist. Daraus folgt der wesentliche Unterschied des Zustandes, in dem sich das Kupfer — abgesehen von der Verunreinigung mit andern Metallen — nach beendigtem Schmelzprocess befinden muss. Durch den Schachtofen erhält man nie ein übergares oder ein mit Kupferoxydul verunreinigtes, sondern stets ein kohlehaltiges Kupfer. Es wird demnach weder durch den Schachtofen, noch durch den Flammenofen ein hammergares Kupfer erhalten werden können; die Mittel aber, dem Kupfer die Hammergare zu ertheilen, müssen bei dem in dem Flammenofen dargestellten Kupfer gänzlich verschieden sein von den bei dem durch Verschmelzung im Schachtofen erhaltenen Kupfer angewendeten.

Das Zugutemachen der Kupfererze in Schachtöfen. Die beim Zugutemachen der Kupfererze in Schachtöfen stattfindenden Processe bestehen in der Regel darin, dass man die Erze röstet, wobei ein Theil des Schwefels, Arseniks und Antimons verflüchtigt wird, ein Theil der in den Erzen enthaltenen Metalle in schwefelsaure Salze (Vitriole), arseniksaure und antimonsaure übergeht, während ein Theil des Erzes sich dem Rösten entzieht. Bei dem reducirenden Schmelzen (Rohschmelzen, Erzschmelzen) des Röstgutes unter Zusatz von schlackebildenden Materialien wird zuvörderst das Kupferoxyd zu metallischem Kupfer reducirt, während die Vitriole sich wieder in Schwefelmetalle verwandeln, die mit dem metallischen Kupfer und den unzersetzt gebliebenen Schwefelmetallen den kupferreicheren Rohstein (Kupferstein) bilden, und aus den vorhandenen antimon- und arseniksauren

Metalloxyden sich durch Reduction Antimon- und Arsenikmetall (Speise) erzeugt. Die übrigen Metalloxyde, namentlich das zu Oxydul reducirte Eisenoxyd, verbinden sich mit den Zuschlägen zu Schlacke. Durch Wiederholung des Röst- und reducirenden Schmelzprocesses (Concentrationsschmelzen), erhält man zuletzt neben einer geringen Quantität Stein (Dünnstein oder Lech), metallisches Kupfer (Rohkupfer, Schwarzkupfer), mit fremden Metallen verunreinigt, von welchen es durch ein oxydirendes Schmelzen (Rohgarmachen) befreit wird, indem die fremden Metalle als Oxyde theils verflüchtigt werden, theils in die Schlacke (Garschlacke) gehen. Das Garkupfer (Rosettenkupfer, Scheibenkupfer) enthält, weil bei dem Rohgarmachen der Röstprocess gewöhnlich zu weit getrieben wird, Kupferoxydul, wodurch seine Dehnbarkeit vermindert wird. Durch ein schnelles reducirendes Schmelzen, durch Umschmelzen zwischen Kohlen auf einem Herde wird das Kupferoxydul reducirt und es bildet sich geschmeidiges (hammergares) Kupfer. Durch das Raffiniren des Kupfers in Flammenöfen wird zweckmässig das Roh- und Hammergarmachen zu einem Process vereinigt.

Das Rohschmelzen der gerösteten Erze zu Rohstein (Kupferstein) geschieht in Schachtöfen, theils mit Holzkohlen, theils mit Koks. Fig 17 zeigt den vertikalen Durchschnitt des Schachtofens, Fig. 18 dessen vordere Ansicht, mit Beseitigung der vorderen Mauer, um den inneren Schmelzbau sichtbar zu machen. Fig. 19 zeigt endlich den untern Theil dieses Ofens. *tt* sind die Oeffnungen für die Düsen des Gebläses; durch die über dem Sohlenstein befindlichen beiden Oeffnungen *oo* (Augen) und zwei kurze Kanäle (Spuren) rinnt der flüssige Inhalt des Ofens in die beiden schalenförmigen Vertiefungen *C' C'* (Spurtiegel). Da das geröstete Kupfererz (Kupferkies etc.) stets Eisenoxyd enthält, so würde durch eine einfach reducirende Schmelzung leicht Eisen reducirt werden. Um dies zu vermeiden, setzt man schlackebildende Substanzen hinzu (Quarz oder kieselsäurereiche Zuschläge). Das in dem Ofen zu Oxydul reducirte Eisenoxyd tritt mit der Kieselerde zu einer leichtflüssigen Schlacke (am zweckmässigsten von der Zusammensetzung $3\,RO, 2\,SiO_3$) zusammen. Das beim Rösten entstandene Kupferoxyd und Kupferoxydul wird durch das in dem Röstgut enthaltene Schwefeleisen zu metallischem Kupfer reducirt ($3\,CuO + FeS = SO_2 + FeO + 3\,Cu$). Während der Verschlackung scheiden sich die Schwefelmetalle ab und sammeln sich im untern Theile des Ofens als Kupferstein (Rohstein), ein Gemenge von Schwefelkupfer, Schwefeleisen und anderen Schwefelmetallen mit einem durchschnittlichen Kupfergehalt von etwa 32 pCt. Die zugleich gebildete Schlacke führt den Namen Rohschlacke (Schwielschlacke).

Fig. 17.



Fig. 18



Fig. 19.



Das Rösten des Kupfersteins hat dessen möglichst vollständige Oxydadation unter Beseitigung des vorhandenen Schwefels zum Zweck. Der erfolgte

Spurrost wird in einem Schachtofen mit einem Zuschlag von Schlacke verschmolzen, welcher Process das Spuren oder die Concentrationsarbeit genannt wird. Der fallende Stein heisst der Spurstein oder Concentrationsstein, der etwa 50 pCt. Kupfer enthält, vollständig abgeröstet und zu Schwarzkupfer verschmolzen wird.

Man umgeht bei reinen Kupfererzen das Spuren und verschmilzt den vollständig abgerösteten Kupferstein zu Schwarzkupfer (Rohkupfer, Gelbkupfer) durch die Schwarzkupferarbeit (Schwarzmachen, Rohkupferschmelzen). Dies geschieht in Schachtöfen von geringerer Höhe (Krummöfen) als die beim Schmelzen der gerösteten Kupfererze angewendeten. Der Schwefelgehalt des Steines ist durch das Rösten so weit verringert worden, dass er das nun reducirte Kupfer nicht mehr aufzunehmen vermag. Es scheidet sich deshalb neben einer geringen Menge Stein (Dünnstein, Oberlech, Armstein) als Schwarzkupfer ab, welches 95—96 pCt. Kupfer enthält.

Garmachen. Das Schwarzkupfer oder Rohkupfer wird nun durch ein kräftiges oxydirendes Schmelzen von den Verunreinigungen befreit, wobei sich die Verunreinigungen früher verschlacken als das Kupfer. Dieser Process heisst das Garmachen des Schwarzkupfers und wird ausgeführt

1) im kleinen Garherde (Herdgarmachen);
2) im grossen Garherde oder Spleissofen;
3) im Zugflammenofen oder Raffinirofen.

Auf dem Herde. Das Herdgarmachen wird auf dem Garherde vorgenommen, dessen vertikalen Durchschnitt Fig. 20, dessen perspectivische Ansicht Fig. 21 zeigt. Dieser Herd besteht aus einem Gemäuer, auf dessen oberer Fläche eine halbkugel-

Fig. 20.

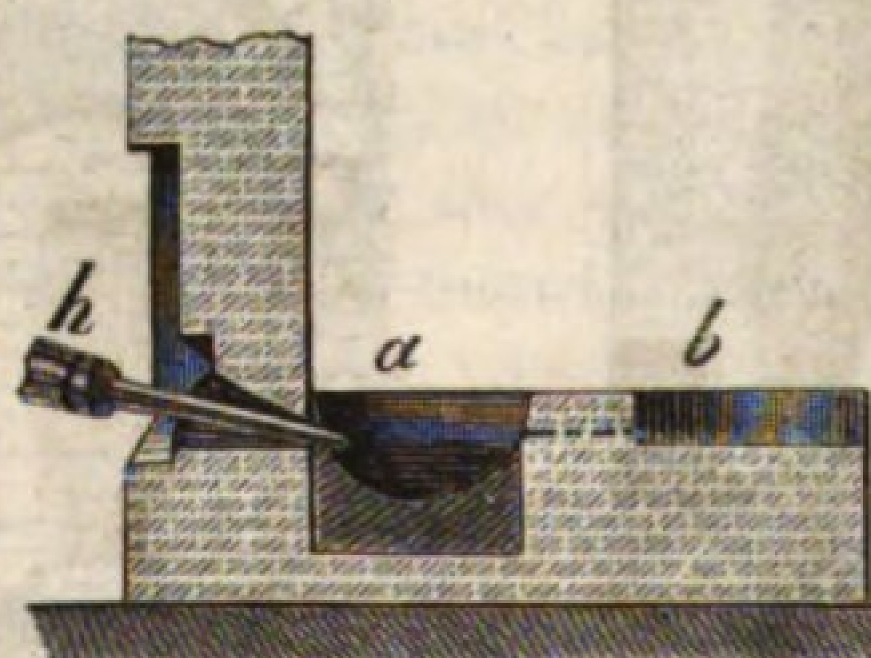
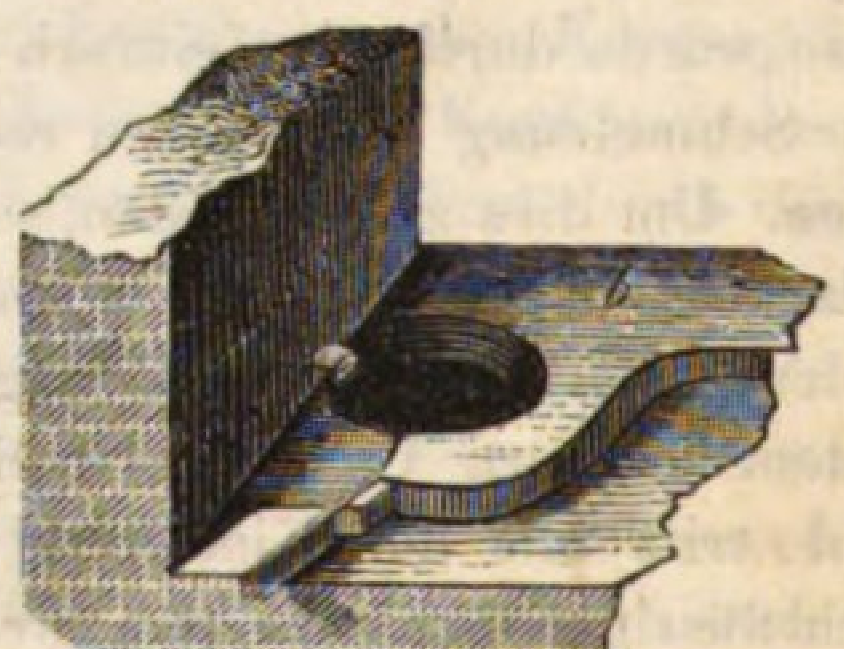


Fig. 21.

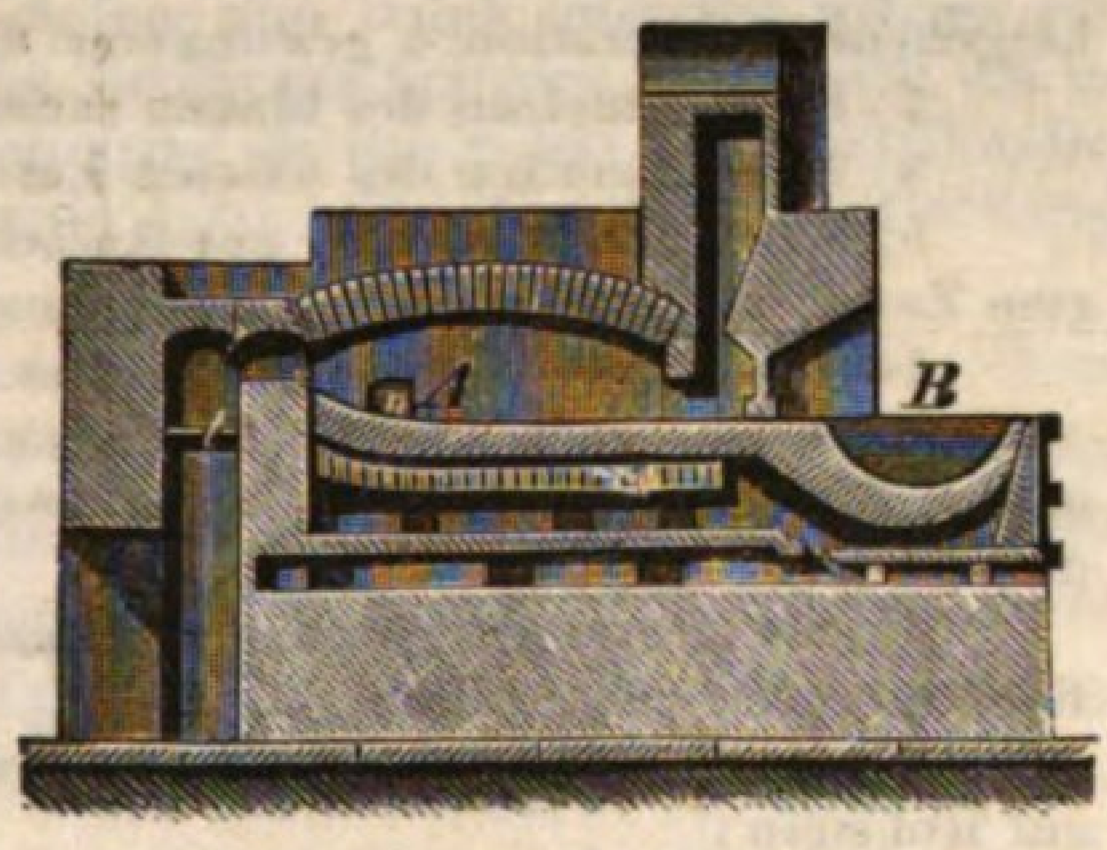


förmige Vertiefung a, die Herdgrube angebracht ist. b ist eine gusseiserne Deckplatte des Herdes. Zwei Düsen, von denen die eine bei h sichtbar ist, treiben Wind in das Feuer und auf die Oberfläche des Kupfers. Man schmilzt nun Schwarzkupfer unter Zusatz von Kohlen unter Mitwirkung des Gebläses nieder. Schwefel, Arsenik und Antimon verflüchtigen sich. Eisenoxyd und die übrigen nicht flüchtigen Oxyde scheiden sich mit dem Kupferoxydul auf der Oberfläche des Kupfers als Garschlacke ab, die von Zeit zu Zeit abgezogen wird. Nach dem Garwerden des Kupfers wird das Gebläse abgehangen, die Oberfläche des Kupfers von Kohlen und Schlacken befreit und dieselbe unter Aufstreuen von Kohlenklein so weit abgekühlt, dass das Kupfer, ohne eine Explosion befürchten zu müssen, mit Wasser oberflächlich zur Abkühlung gebracht werden kann. Es bildet sich eine dünne Scheibe (Rosette), welche abgehoben und alsbald in kaltem Wasser abgelöscht wird, um die Oxydation des Kupfers zu verhüten. So fährt man fort, Wasser aufzusprengen und Scheiben abzuheben, bis der Herd fast entleert ist. Man nennt diese Arbeit das Scheiben-

reissen, Spleissen, Rosettiren. Das so erhaltene Kupfer ist das Rosettenkupfer, Garkupfer, Scheibenkupfer.

Garmachen im grossen Garherde. Das Garmachen im grossen Garherde oder Spleissofen (Gebläseflammenofen) ist in Folge der Unvollkommenheit des Herdgarmachens eingeführt worden. Der Spleissofen ist dem Silbertreibherd ähnlich. Fig. 22 zeigt ihn im vertikalen Durchschnitte. *A* ist der Schmelzherd, *B* der Spleissherd (es sind zwei solcher Herde vorhanden), *n* die Form des Gebläses, *l* der Rost für das Brennmaterial. Das Verfahren ist dem Herdgarmachen ähnlich. Wenn das Kupfer die Gase erreicht hat, wird es in die Spleissherde abgelassen und in diesen in Rosettenkupfer verwandelt. Da bei diesem Garmachen das Brennmaterial vom Schmelzgute getrennt ist, so findet eine vollständigere Reinigung des Kupfers statt, als im kleinen Herde.

Fig. 22.



Saigerung. Bei Verarbeitung silberhaltiger Kupfererze wird das Schwarzkupfer vor dem Garmachen der Operation des Saigerns unterworfen. Diese Operation beruht darauf, dass Kupfer und Blei sich zusammenschmelzen lassen, dass aber beim Erkalten beide Metalle nicht verbunden bleiben, und eine Legirung von vielem Kupfer mit wenig Blei sich bildet, und das übrige Blei sich ausscheidet. Die Absonderung geschieht zum grössten Theile nach dem specifischen Gewichte, die unterste Schicht bildet silberhaltiges Blei. Lässt man die flüssige Masse langsam erkalten, so scheidet sich das Blei aus, bei schnellem Erkalten erhält man dagegen ein inniges Gemenge beider Metalle; das Blei entzieht dem Kupfer das Silber.

Wie schon erwähnt, ist das auf dem kleinen und grossen Herde dargestellte Kupfer meist kupferoxydulhaltig. Bei einem Oxydulgehalt von 1,1 pCt. ist aber das Kupfer so wenig dehnbar und geschmeidig, dass es sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht mehr bearbeiten lässt, ohne schiefrig zu werden und Kantenrisse zu bekommen. Bei einem Kupferoxydulgehalte von $1\frac{1}{2}$ pCt. wird die Verminderung der Festigkeit auch schon in erhöhter Temperatur bemerklich und das Kupfer wird kalt- und rothbrüchig. Dies ist der Zustand des Kupfers, welchen man in Deutschland mit dem Namen des übergaren bezeichnet. Dieses mit Kupferoxydul verunreinigte Kupfer kann nur durch Reduction des Oxyduls seine vorige Festigkeit wieder erhalten. Der dies bezweckende Process wird das Hammergarmachen und das dabei erhaltene Kupfer hammergares Kupfer genannt.

Das Zugutemachen der Erze in Flammenöfen. Der grosse Reichthum Grossbritanniens an dem für den Flammenofenprocess sich am besten eignenden Brennstoff, der Steinkohle, führte wohl zuerst auf die Idee, anstatt des Zugutemachens der Kupfererze in Schachtöfen die Gewinnung des Kupfers in Flammenöfen einzuführen. Mit dieser, in Bezug auf Grossbritannien vortheilhaften wirthschaftlichen Seite, vereinigt die Anwendung der Flammenöfen zugleich vielfache Vortheile von allgemeiner Wichtigkeit, namentlich ist das nach dem englischen Verfahren gewonnene Kupfer weit vorzüglicher als das der übrigen Kupferwerke, wenn es auch dem aus russischen und australischen Erzen gewonnenen an Güte nachsteht. Die bedeutendsten englischen Kupferwerke sind zu Swansea; sie erhalten ihre Erze aus den Kupferminen in Cornwall, Nord-Wales, Westmoreland, den angrenzenden Theilen von Lancashire und Cumberland, aus Schottland und Irland u. s. w., doch werden auch grosse Mengen von eingeführten Erzen (aus Chili, Peru, Australien, Cuba und Norwegen) verschmolzen. Ausserdem befinden sich noch Kupferwerke auf der Insel Anglesea, in Staffordshire und bie

Liverpool. Die englischen Kupfererze bestehen meist aus Kupferkies mit beigemengtem Schwefelkies, nicht selten auch etwas Zinnkies und Arsenikkies, und Gangart.

Die hauptsächlichsten Processe des englischen Kupfergewinnungsverfahrens bestehen in folgenden Operationen:

1) Rösten des kiesigen Kupfererzes (*calcination*);

2) Verschmelzen der gerösteten Erze zu Rohstein (*coarse metal*);

3) Rösten des Rohsteines;

4) Darstellen des weissen Concentrationssteines (*white metal*) durch Verschmelzen des gerösteten Rohsteines mit reichen Erzen;

5) Darstellen des blauen Concentrationssteines (*blue metal*) durch Verschmelzen des gerösteten Rohsteines mit gerösteten Erzen von mittlerem Kupfergehalt;

6) Darstellen eines rothen und weissen Steines durch Verschmelzen der bei den vorhergehenden Operationen gewonnenen Schlacken;

7) Röstschmelzen des blauen Steines Nr. 5 und Darstellung des weissen Extrasteines;

8) Röstschmelzen des weissen Extrasteines und Darstellung des Concentrationssteines;

9) Röstschmelzen des gewöhnlichen weissen Steines und der kupferhaltigen Böden zum Zweck der Darstellung von Schwarzkupfer (*blistered copper*, Blasenkupfer);

10) Raffiniren des Schwarzkupfers.

Nach Gurlt's Ansicht lassen sich alle Operationen des Zugutemachens der Kupfererze in Flammenöfen auf höchstens zwei Röstungen und drei Schmelzungen zurückführen, nämlich auf

1) das Rösten der gepulverten Erze unter Zusatz von Kochsalz oder Chlorcalcium, um flüchtige Choride zu bilden;

2) das Verschmelzen der gerösteten Erze bei Erzeugung einer mehr saigeren Schlacke auf Rohstein;

3) das Röstschmelzen des Rohsteines mit erhitzter Gebläseluft auf Schwarzkupfer mit oder ohne Zuschlag von chlorhaltigen Substanzen;

3) das Raffiniren des Schwarzkupfers.

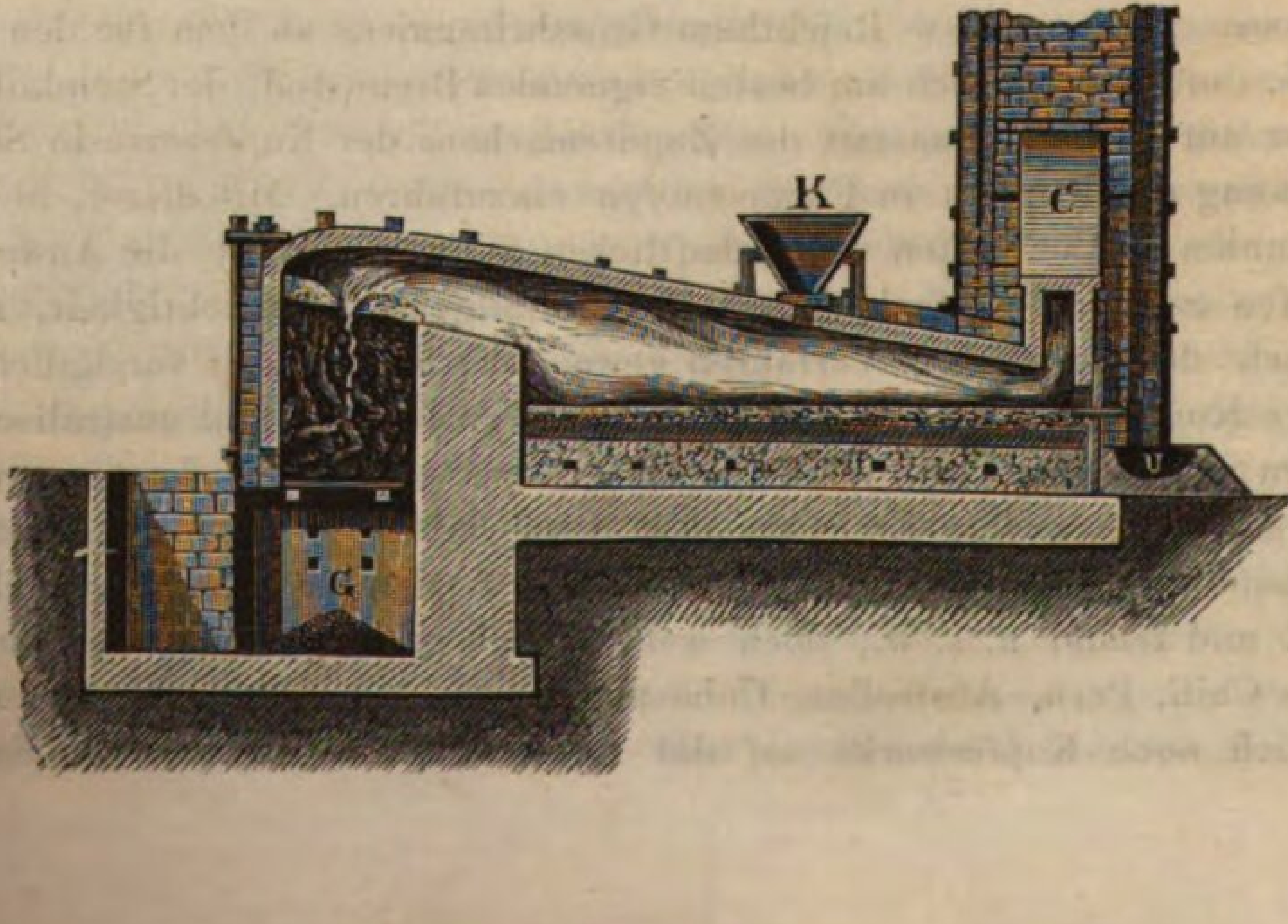
Rösten der Erze.

Das Rösten der kiesigen Kupfererze ist im Allgemeinen von dem auf dem Continent gebräuchlichen Verfahren nicht verschieden. Das Erz erleidet während des Röstens keinen wesentlichen Gewichtsverlust, indem die Aufnahme an Sauerstoff so ziemlich den Verlust an Schwefel, Antimon, Arsenik etc. compensirt. Das Produkt des Röstens ist ein schwarzes Pulver, dessen Farbe vom Kupfer- und Eisenoxyd herrührt.

Verschmelzen der gerösteten Erze.

Das Verschmelzen der gerösteten Erze zu Roh- oder Kupferstein geschieht in den Schmelzöfen. Die Figur 23 stellt einen solchen Schmelzofen, wie er zu Swansea gebräuchlich ist, dar. Der Herd verengert

Fig. 23.



sich gegen seine Mündung hin, so dass er eine Art von Mulde bildet, *K* ist der Füllungstrichter. *G* ist eine mit kaltem Wasser gefüllte Grube.

Die Operation des Kupfersteinschmelzens durch den Flammenofensprocess bezweckt das Kupfer von der Gangart und einem Theil der in dem gerösteten Erze enthaltenen fremden Metalloxyde durch ein reducirendes und auflösendes Schmelzen abzuscheiden. Der Schwefel ist hierbei von Wichtigkeit, indem die unzersetzt gebliebenen Schwefelmetalle beim Schmelzen die Oxyde und schwefelsauren Salze zerlegen. Es verwandeln sich zunächst Eisenoxyd und Schwefeleisen in schweflige Säure und Eisenoxydul, welches letztere mit der vorhandenen Kieselsäure zu Schlacke zusammentritt. Bei gesteigerter Temperatur wird das Kupferoxyd von dem Schwefeleisen und Schwefelkupfer unter Bildung von Eisenoxyd und metallischem Kupfer zerlegt, welches letztere sich zum Theil in dem entstandenen Kupferstein auflöst, zum Theil auch durch das Eisenoxyd zu Kupferoxydul reducirt wird, das bei der höchsten Temperatur des Ofens sich verschlackt. Indem nun durch lebhaftes Rühren der geschmolzenen Massen Stein und Schlacken in innige Berührung kommen, setzt sich das in dem Steine enthaltene Schwefeleisen mit dem Kupferoxydul der Schlacken in Schwefelkupfer und kieselsaures Eisenoxydul um, so dass dem Kupfer fasst jeder Weg zur Verschlackung abgeschnitten ist.

Rösten des Rohsteines.

Das Rösten des Rohsteins geschieht meist in denselben Flammenöfen, welche zu dem Rösten des Erzes Anwendung finden. Der Zweck des Röstens ist hauptsächlich, das Eisen zu oxydiren und den Schwefel bis auf ein gewisses Quantum zu verflüchtigen und zu verbrennen. Eine gewisse Menge Schwefel in dem Röstprodukte ist nothwendig, weil ausserdem das Concentrationsschmelzen nicht oder doch nur mit Kupferverlust ausführbar wäre.

Concentrationsstein.

Auf das Rösten folgt die Darstellung des weissen Concentrationssteines. Zu diesem Zwecke wird der geröstete Rohstein mit reichen Kupfererzen beschickt, welche fast kein Schwefeleisen, sondern nur Schwefelkupfer, Kupferoxyd und Quarz in solchen Verhältnissen enthalten, dass der Schwefelkies durch den Sauerstoff der Oxyde oxydirt wird, wobei alles Kupfer mit dem überschüssigen Kupfer zu Stein zusammentritt, das zu Oxydul oxydirte Eisen aber mit dem Quarz kieselsaures Eisenoxydul bildet. Das Schmelzen geschieht auf ähnliche Weise wie das Rohsteinschmelzen. Der sich bildende weisse Concentrationsstein ist fast von der Zusammensetzung des Kupferglanzes (Cu_2S) und wird in Sandformen abgestochen.

Roh- oder Schwarzkupfer.

Der weisse Stein wird auf Roh- oder Schwarzkupfer verschmolzen. Man bringt den zu verarbeitenden Stein auf die Herdsohle eines von dem Schmelzofen nicht verschiedenen Ofens und lässt das Glühfeuer 12 bis 24 Stunden lang einwirken. Im Anfange darf die Hitze nicht bis zum Schmelzen gehen, nur gegen das Ende wird sie erhöht. Durch dieses Röstschmelzen wird der Schwefel in Gestalt von schwefliger Säure beseitigt und zugleich entweder durch Verflüchtigung allein oder durch den Sauerstoff und Verschlackung die Verunreinigungen wie Arsenik, Kobalt, Nickel, Zinn, Eisen u. s. w. entfernt. Während des Einschmelzens zerlegen sich Kupferoxydul und Schwefelkupfer gegenseitig zu schwefliger Säure und metallischem Kupfer ($2\,Cu_2O + Cu_2\,S = SO_2 + 4\,Cu$). Das geschmolzene Rohkupfer wird in Formen abgestochen. Es überzieht sich auf der Oberfläche mit schwarzen Blasen, weshalb es Blasenkupfer genannt wird. Auf der Bruchfläche zeigt es ein poröses, bienenzelliges Ansehen, welches von den Gasen und Dämpfen (schweflige Säure, Arsenikdämpfe) herrührt, welche sich bei dem Aufkochen des Rohkupfers entwickeln. Das Roh- oder Schwarzkupfer ist schon ziemlich rein, von Schwefel, Eisen und anderen Metallen fast frei.

Garmachen des Schwarzkupfers.

Die letzte Operation des englischen Flammenofenprocesses ist das Garmachen des Schwarzkupfers, welches auf der Sohle eines Flammenofens

ausgeführt wird. Zuerst wird schwach erhitzt, um die Oxydation zu beendigen. Nach ungefähr sechs Stunden geräth das Kupfer in Fluss. Nachdem alles Kupfer in dem Sumpf niedergeschmolzen ist und der Ofen sich in starker Hitze befindet, wird die kupferoxydulreiche, röthlichgefärbte Schlacke abgezogen. Es wird die Oberfläche des geschmolzenen Kupfers mit Holzkohlenpulver bedeckt und darauf in das flüssige Metallbad eine hölzerne Rührstange, gewöhnlich von Birkenholz, gebracht. Man nennt diese Operation das Schäumen oder Polen; sie hat die Reduction des vorhandenen Kupferoxyduls durch die aus den hölzernen Rührstangen unter Aufschäumen des Kupfers sich entwickelnden reducirenden Gase zum Zweck. Darauf hat das Kupfer die Hammergare.

Gewinnung des Kupfers aus oxydirten Erzen.

Die Darstellung des Kupfers aus oxydirten Erzen ist einfach. Die Erze werden mit Kohle in einem Schachtofen niedergeschmolzen, indem man sie mit den erforderlichen Zuschlägen versetzt, um eine leichtflüssige Schlacke, die kein Kupfer aufnimmt, zu erzielen. Das erfolgende Schwarzkupfer wird in Spleissöfen gar gemacht und in Blöcken als Rosettenkupfer in den Handel gebracht. Zu Chessy bei Lyon verschmilzt man Malachit, Kupferlasur und Rothkupfererz. Es findet dabei durch Verschlackung ein nicht unbedeutender Kupferverlust statt. Auf den sibirischen Kupferhütten am Ural giebt man den oxydirten Kupfererzen einen Zuschlag von kiesigen Kupfererzen und von Schwefelkies, wobei das Kupfer durch den Schwefel vor der Verschlackung geschützt und in einen Stein verwandelt wird, den man auf Schwarzkupfer verschmilzt.

Gewinnung des Kupfers auf nassem Wege.

Die Gewinnung des Kupfers auf nassem Wege findet im Ganzen selten Anwendung und ihre Ausführbarkeit wird nur durch gewisse örtliche Verhältnisse bedingt. Sie bestehen hauptsächlich in dem Ausfällen des Kupfers aus Kupfervitriollösung durch metallisches Eisen; solche Lösungen kommen theils fertig gebildet als Grubenwässer oder Cementwässer vor, theils werden sie künstlich durch Behandeln von armen oxydirten Kupfererzen mit schwefligsauren Dämpfen oder auch nur durch Rösten von kiesigen Erzen und Auslaugen des erzeugten Kupfervitriols bereitet. Auch verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure ist zum Extrahiren des Kupfers aus armen Erzen empfohlen worden; eben so hat man auch das Ammoniak als Extractionsmittel vorgeschlagen, jedoch ohne Erfolg. Das Fällen von metallischem Kupfer aus Lösungen von Kupfervitriol durch Eisen nennt man die Cementation und das so erhaltene Kupfer Cementkupfer. Auf der Insel Anglesey hebt man die Cementwässer zuerst in ein grosses Bassin, um sie durch Absetzen von Eisenocker zu klären, und leitet sie darauf in die Cementgruben, in welchen sich das zur Zersetzung des Kupfervitriols bestimmte alte Guss- und Schmiedeeisen befindet. Von Zeit zu Zeit muss das Eisen bewegt werden, damit die oxydirte Fläche sich abscheuere. Von Zeit zu Zeit werden die Bodensätze in den Sümpfen aufgerührt und die trübe Flüssigkeit mit allem Schlamm in grosse Sümpfe geleitet, in welchen sich der Schlamm absetzt, der in einem Trockenofen bei Flammenfeuer getrocknet wird. Der Kupfergehalt des Schlammes ist sehr verschieden, der reichste enthält ungefähr 50 pCt. Kupfer, durchschnittlich kann man einen Kupfergehalt von 15 pCt. annehmen, da der Hauptbestandtheil des Schlammes basisch schwefelsaures Eisenoxyd ist. Zu Herrengrund bei Neusohl in Niederungarn, wo früher beträchtliche Mengen von Cementkupfer gewonnen wurden, ist die Gewinnung jetzt sehr unbedeutend. Dagegen zu Schmölnitz in Oberungarn hat die Cementkupferbereitung eine so grosse Ausdehnung erhalten, dass jährlich gegen 2500 Ctr. Garkupfer aus den Cementirwerken gewonnen werden.

Arme ockrige Erze, die nicht mehr mit Vortheil verschmolzen werden können, werden durch Rösten mit Schwefelkies oder überhaupt auf irgend eine Weise, wobei schweflige Säure sich entwickelt, auf Kupfervitriol verarbeitet.

Auch aus kiesigen Kupfererzen hat man unter Umständen mit Gewinn Cementkupfer dargestellt, so verwandelt z. B. Bankart die Kupfererze durch Rösten in Sulfate, schlägt aus deren Lösung das Kupfer durch Eisen nieder und gewinnt aus der Lauge Eisenvitriol.

Kupfer auf galvanischem Wege erhalten.

Das durch Anwendung des galvanischen Stromes erhaltene Kupfer ist das reinste; vor einiger Zeit ist vorgeschlagen worden, bei dem Fällen von Cementkupfer, um an Eisen und Zeit zu sparen, den galvanischen Strom anzuwenden. Dass das Kupfervitriol auf elektrochemischem Wege unter Abscheidung von cohärentem Kupfer zersetzt werden kann, ist eine für galvanoplastische Darstellungen wichtige Thatsache.

Eigenschaften des Kupfers.

Das Kupfer zeichnet sich durch seine bekannte rothe Farbe aus, ist stark glänzend und obgleich ziemlich hart, doch so dehnbar, dass es sich zu den feinsten Drähten ziehen und zu dünnen Blättchen schlagen lässt. Durch Erwärmen steigert sich seine Dehnbarkeit. Es hat einen hakigen, körnigen Bruch, ein spec. Gewicht von 8,9 (ein Kubikfuss Kupfer wiegt 456 — 476 Pfund) und schmilzt bei einer Temperatur von 1200° (Pouillet) oder 1400° (Daniell) (etwas leichter als Gold, etwas schwerer als Silber). Reines Kupfer fliesst in dünnen, schnell erstarrenden Strömen, das mit Oxydul verunreinigte fliesst träge, erstarrt langsamer und stets in dicken Massen. Das geschmolzene Kupfer hat eine eigenthümliche meergrüne Farbe. Zu Gusswaaren eignet sich das Kupfer nicht, indem es, vermuthlich wenn es zu heiss gegossen wird, nur poröse und blasige Güsse liefert. Beim Erkalten dehnt es sich scheinbar (es steiget) aus d. h. es scheint nach dem Erstarren einen grössern Raum einzunehmen, als im geschmolzenen Zustande. Durch dieses Ausdehnen wird das Kupfer zur Bearbeitung unter dem Hammer und dem Walzwerk unbrauchbar, weil der Zusammenhang der Masse auf mechanische Weise, durch krystallinische Gefüge und durch Höhlungen und Zwischenräume, welche im Innern der Masse sich bilden, unterbrochen wird. Damit das Ausdehnen oder Steigen des Kupfers nicht stattfinde, ist es unerlässlich, das flüssige Metall bis zu einer gewissen Temperatur sich abkühlen zu lassen und es dann in Formen zu giessen, damit es schnell erstarre. Zink, Blei (etwa 0,1 Proc.), Kalium und andere Metalle entziehen dem Kupfer die Eigenschaft, zu steigen. Auch eine gewisse Quantität beigemengtes Kupferoxydul verhindert das Steigen des Kupfers in den Formen, doch lässt sich diese Eigenschaft in der Praxis nicht anwenden, weil Kupferoxydul das Kupfer kaltbrüchig macht. Reines Kupfer zeigt vor dem Erstarren die Eigenschaft des Kupferregens oder des Spratzens, d. h. es werden, noch ehe die Erstarrung auf der Oberfläche eintritt, Kupferkügelchen (Streu- und Spritzkupfer) als ein feiner und oft sehr dichter Regen mit grosser Gewalt in die Höhe geschleudert. Bei höherer Temperatur und bei Luftzutritt verbrennt das Kupfer mit schöner grüner Flamme. An der feuchten Luft überzieht es sich nach und nach mit kohlensaurem Kupferoxydhydrat (sogenanntem Grünspan). Im Feuer bei Luftzutritt nimmt es anfangs Regenbogenfarben an, später überzieht es sich mit einer braunrothen Rinde von Kupferoxydul, welche nach und nach eine schwarze Farbe annimmt und beim Ablöschen des glühenden Metalls in Wasser, oder beim Hämmern und Biegen in Schuppen abfällt (Kupferasche, Kupferhammerschlag). In dem Zustande, in welchem das Kupfer durch den Schmelzprocess auf den Kupferhütten gewöhnlich dargestellt wird, ist es mit anderen Metallen, vorzüglich mit Eisen, Antimon, Arsenik, in einigen Fällen vorzugsweise mit Blei, in anderen mit Zinn, zuweilen auch mit Zink, und fast stets mit Schwefel verunreinigt. In diesem Zustande besitzt es bei

jeder Temperatur einen so geringen Grad von Festigkeit, dass es sich durch Hämmern und Walzwerke nicht bearbeiten lässt. Selbst zu Gusswaaren (zu Statuenguss) ist dieses unreine Kupfer nicht geeignet, theils weil ihm die Kupferfarbe abgeht, theils weil es den Einflüssen der Atmosphäre nicht widerstehen kann. Man benutzt das Kupfer zu Siedepfannen in Zuckerfabriken, Kesseln, Blasen und Kühlapparaten in Brennereien und Brauereien, zum Beschlagen der Schiffe, zur Scheidemünze, zum Graviren (Kupferstich und Kupferwalzen im Zeugdruck), zur Fabrikation des Kupfervitriols, der Kupferfarben etc.

Legirungen des Kupfers. Von den Legirungen des Kupfers erwähnen wir als die wichtigsten die Bronze, das Messing und das Neusilber.

Die Bronze. Die Bronze ist eine Legirung aus Kupfer und Zinn, oder Kupfer, Zinn und Zink. Durch den Zusatz von Zinn oder von Zinn und Zink wird das Kupfer leichtflüssiger und daher brauchbarer zum Guss, dichter und deshalb politurfähiger; es wird ferner härter, spröder, klingender und tönender und ist weit wohlfeiler als reines Kupfer, wodurch es ebenfalls zu vielen Zwecken geeigneter wird. Die hauptsächlichsten Arten der Bronze sind Glockenmetall, Kanonenmetall und Statuenbronze.

α) Glockenmetall (Glockengut, Glockenspeise) besteht durchschnittlich aus 78 Th. Kupfer und 22 Th. Zinn. Es muss Klang mit Härte und Festigkeit verbinden. Es ist ein sprödes Metall und deshalb ist die Behandlung der Glocke auf der Drehbank nicht mehr ausführbar; die Glocke muss demnach den Ton, den sie erhalten soll, durch den Guss, durch ihre Form und durch die Metallmischung erhalten. Zuweilen wird dem Metall, um Zinn zu ersparen, Zink und Blei zugesetzt, was leicht schädlich sein kann. Ein Vorurtheil ist es hingegen, dass, um der Glocke einen besonders hellen Klang zu verschaffen, Silber beigemischt werden müsse.

β) Kanonenmetall (Geschützmetall, Stückgut, Kanonengut) besteht durchschnittlich aus 100 Th. Kupfer und 10 Th. Zinn und muss mechanisch und chemisch dauerhaft sein. Die mechanische Dauerhaftigkeit erfordert 1) Zähigkeit, damit das Geschütz nicht beim Entzünden der Ladung, wobei dasselbe einem Drucke von wenigstens 1200—1500 Atmosphären ausgesetzt ist, gesprengt werde; 2) Elasticität, damit den durch die häufigen und stossweissen Gasentwicklungen auf die Cohäsion geschehenden Angriffen entgegengetreten werde; 3) Härte, welche die beim Anschlagen des Geschosses entstehenden Vertiefungen in der inneren Wand des Geschützes (der Seele), die sogenannten Kugellager verhindern soll. Die chemische Beständigkeit endlich verlangt die möglichst grösste Unangreifbarkeit des Geschützes durch die Luft, durch die Zersetzungsprodukte des Schiesspulvers und der Schiessbaumwolle und durch die bei der Entzündung derselben bewirkte hohe Temperatur. Das Kanonenmetall von der oben angegebenen Zusammensetzung hat die Eigenthümlichkeit, sich zu entmischen, entweder durch eine Art Saigerung, indem zinnreiche leichtflüssige Legirungen von den zinnarmen strengflüssigen sich trennen, oder auch durch Verbrennen, indem das Zinn leichter und früher verbrennt als das Kupfer und die Legirung dadurch stets zinnärmer wird. Diese Neigung zum Entmischen ist beim Giessen der Geschütze eine Quelle von grossen Schwierigkeiten. —

γ) Statuenbronze zu Bildsäulen, Büsten, Verzierungen besteht aus Kupfer, Zinn, Blei und Zink. Sie muss so zusammengesetzt sein, dass sie im geschmolzenen Zustande dünnflüssig genug ist, um die Gussform vollständig auszufüllen und einen reinen scharfen Guss zu liefern, der sich leicht ciseliren lässt und eine schöne Patina annimmt. Die Reiterstatue des Königs Ludwigs XIV. in Paris (1699 beendigt)

besteht aus 91,40 Kupfer, 5,53 Zink, 1,70 Zinn und 1,37 Blei; die Reiterstatue von Ludwig XV. aus 82,65 Kupfer, 10,30 Zink, 4,10 Zinn und 3,15 Blei; die von Heinrich IV. (auf dem pont neuf zu Paris) aus 89,62 Kupfer, 4,20 Zink, 5,70 Zinn und 0,48 Blei. Man schätzt an der Statuenbronze die Eigenschaft sich bald mit einer gleichmässigen und schön grünen Oxydschicht (Antikbronze, Patina) zu überziehen, eine Schicht, deren Bildung man auch häufig durch Anwendung chemischer Mittel befördert.

Das Messing. Das Messing gehört zu den ältesten und am längsten bekannten Legirungen. Zink und Kupfer verbinden sich in allen Verhältnissen mit einander, aber nur das Messing hat unter allen Legirungsverhältnissen allein technische Anwendung gefunden. Die Quantität der beiden Metalle im Messing variirt je nach der Anwendung, die von dem Messing gemacht werden soll. Durchschnittlich beträgt der Zinkgehalt 30 pCt. Im Allgemeinen ertheilt ein geringerer Zinkgehalt dem Messing eine dunklere röthlichgelbe Färbung, ein grösserer Zinkgehalt eine lichtere gelbliche Färbung. Je grösser der Kupfergehalt ist, desto dehnbarer ist das Messing. In kaltem Zustande ist das Messing hämmerbar und lässt sich strecken, walzen und zu Draht ausziehen; in heissem Zustande erhält es leicht Brüche und Risse. Ein hämmerbares oder schmiedbares Messing (yellow metal), welches sich in der Glühhitze unter Hammer und Walzen strecken lässt, erhält man durch Zusammenschmelzen von 40 Th. Zink mit 60 Th. Kupfer. Das Messing hat vor dem reinen Kupfer vielfache Vorzüge. Es hat eine angenehmere Farbe, oxydirt sich nicht so leicht, besitzt grössere Härte und Steifheit (und eignet sich nur deshalb zu Blechgefässen und Stecknadeln), niedrigeren Schmelzpunkt und ist im geschmolzenen Zustande weit dünnflüssiger, ohne beim Erstarren wie das Kupfer blasig zu werden; es ist aus diesem Grunde, und weil es weit billiger ist als Kupfer, zu Gusswaaren ein schätzbares Material. Ein Zusatz von Blei (1 — 2 pCt.) macht das Messing zur Bearbeitung auf der Drehbank geeignet; solches Messing lässt sich auch besser feilen, da es die Feilen nicht verschmiert.

Die Fabrikation des Messings geschieht auf zweifache Weise: 1) entweder durch Zusammenschmelzen von Galmei, Kohle und Schwarzkupfer, oder 2) durch Zusammenschmelzen von metallischem Zink mit Garkupfer. Die Messingbereitung mittelst Galmei ist die älteste und jetz tschon fast allgemein aufgegebene Methode. Man bedient sich dazu solcher Oefen, in welchem 7—9 Tiegel aus feuerfestem Thon zu gleicher Zeit eingesetzt werden können. Die Tiegel stehen auf einem Rost. Man benutzt gewöhnlich gerösteten Galmei und zinkhaltigen Ofenbruch der Hochöfen. Da man mit Galmei dem Messing nicht mehr als 27—28 pCt. Zink geben kann, so setzt man kurz vor dem Giessen der geschmolzenen Masse Galmei zu. Früher liess man die Messingfabrikation in zwei Operationen zerfallen: die erste bezweckte die Herstellung einer Legirung (Arcoschmelzen), welche nur 20 pCt. enthielt; bei der zweiten verband man das Arco (Rohmessing, Stückmessing) mit einer neuen Zinkmenge, um es in eigentliches Messing zu verwandeln (Tafelmessingschmelzen). Das Arcoschmelzen ist ein sehr unvortheilhaftes Verfahren, weil die Schmelzkosten dadurch unnöthig vergrössert werden, doch war man früher der Ansicht, es werde durch ein besonderes Arco- und Tafelmessingschmelzen ein besseres Produkt erhalten. Das Arcoschmelzen fällt gegenwärtig hinweg und man giebt dem Metallgemisch, wenn es in Fluss gekommen ist, das noch mangelnde Zink. Auf gleiche Weise verfährt man mit dem Ofenbruche, aus welchem allein, ohne Zusatz von metallischem Zink, kein Messing hergestellt werden kann. Beim Guss zu Tafelmessing wird der Inhalt aus allen Tiegeln in einem Tiegel (dem sogenannten Giesser), welcher vor dem Messingschmelzofen in einer Grube (dem

Monthal) steht, zusammengegossen, das flüssige Metall mit einem eisernen Stabe (Kaliol) umgerührt und die Oberfläche gereinigt, worauf der Inhalt in die bestimmten Formen gegossen wird. Der Guss in eisernen Formen gelingt nicht gut, wenn es sich um die Herstellung dünner Platten handelt, daher giesst man zwischen Granittafeln, von denen je zwei eine Gussform ausmachen. Die Granittafeln erhalten einen Ueberzug aus Lehm und Kuhmist und werden vor dem Gusse gut angewärmt. Es können gegen zwanzig Tafeln gegossen werden, ehe man den Lehmüberzug zu erneuern braucht. Die gegossenen Tafeln werden hierauf überarbeitet, um die Gussnaht zu beseitigen und dann vermittelst einer Circularsäge in Stücke von passender Form zerschnitten. Die Fabrikation des Messings aus Zink kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden. Die einfachste und vorzüglichste Methode besteht in der Anwendung gewöhnlicher Tiegel, in welche Kupfer und Zink mit einander geschichtet eingetragen werden und eine starke Decke von Kohlenstaub erhalten. Kupfer und Zink werden in zolldicken Stücken angewendet. Ein Arcoschmelzen findet bei diesem Verfahren nicht statt. Bisweilen setzt man auch schon dünngewalztes Kupferblech Zinkdämpfen aus, um es in Messingblech überzuführen.

Dem Messing ähnliche Legirungen sind Tombak (rothes Messing, Rothmetall), welches auf 1 Th. Zink stets mehr als 2 $^1/_2$ Th. Kupfer enthält. Aus 2 Th. Zink und 11 Th. Kupfer stellt man in Nürnberg und Fürth die Legirung dar, die von den dasigen Metallschlägern zu Blattgold (Goldschaum) verarbeitet wird. Andere Kupferzinklegirungen von goldähnlicher Farbe, die jetzt keine oder doch nur spärliche Anwendung finden, sind: Prinzmetall, Semilor, Manheimer Gold, Pinchbak etc. Das in neuerer Zeit aufgetauchte Aichmetall besteht aus 60 Th. Kupfer, 38,2 Th. Zink und 1,8 Th. Eisen. Es ist wesentlich schmiedbares Messing. Das Sterrometall ist von ähnlicher Zusammensetzung, jedoch weit härter. — Die Bronzefarben (Metall- oder Staubbronze), welche gegenwärtig zum Bronziren von Gyps- und Holzgegenständen, sowie von Metallgusswaaren, ferner in der Buch- und Steindruckerei, in der Lackirerei, in der Wachsleinwand- und Tapetenfabrikation ausgedehnte Anwendung finden, werden aus den Abfällen der Metallschlägerei, aus der sogenannten Schawine durch Feinreiben und Erhitzen mit etwas Oel oder Wachs dargestellt; die hierbei sich bildenden schönen Farben (violett, kupferroth, orange, goldgelb, grün) sind Anlauffarben.

Das Neusilber. Das Neusilber (Argentan, Pakfong, Weisskupfer), ist eine Legirung aus Kupfer, Nickel, Zink oder Zinn, die man auch betrachten kann als Messing mit einem Zusatze von $^1/_6$—$^1/_3$ Nickel. Das Neusilber ist von fast silberweisser Farbe, von dichtkörnigem oder feinzackigem Bruche, 8,4—8,7 spec. Gewichte und ist härter, aber fast eben so dehnbar als gewöhnliches Messing. Es ist im hohen Grade politurfähig. Bei der Bereitung des Neusilbers werden Zink, Kupfer und Nickel im zerkleinerten Zustande, letzteres meist als Würfelnickel angewendet. Man bringt die Metalle gemengt in einen Tiegel, doch in der Weise, dass oben und unten etwas Kupfer zu liegen kommt, bedeckt das Ganze mit Kohlenpulver und schmilzt, wobei öfters mit einem eisernen Stabe umgerührt wird. Gutes Neusilber gleicht 12löthigem Silber und nimmt eine schöne Politur an, welche an der Luft unverändert bleibt. Es wird von sauren Flüssigkeiten weit weniger als Kupfer und Messing angegriffen, weshalb es ohne Gefahr zu Geschirren, in denen Speisen aufbewahrt werden sollen, Anwendung finden kann.

Die Zusammensetzung des Neusilbers ist:

Kupfer	50—66
Zink	19—31
Nickel	13—18,5

In Sheffield werden nachstehende Sorten gefertigt:

	Kupfer.	Nickel.	Zink.
Ordinär	8	2	$3^1/_2$
Weiss	8	3	$3^1/_2$
Electrum	8	4	$3^1/_2$
Strengflüssig	8	6	$3^1/_2$
Tutenay	8	3	$6^1/_2$

Das Neusilber ist selbst auf dem Probirsteine kaum vom 12löthigen Silber zu unterscheiden. Befeuchtet man aber den Strich mit Salpetersäure, so wird er rascher gelöst als der von Silber, und auf Zusatz von Salzlösung erfolgt keine Trübung. Das im Handel vorkommende Chinasilber, aus dem man gegenwärtig Milchkannen, Theeservice, Gabeln, Löffel u. s. w. fabricirt, ist galvanisch versilbertes Neusilber, welches etwa 2 pCt. seines Gewichtes an Silber enthält und sich durch vollkommene Aehnlichkeit mit silbernen Gefässen und Geräthschaften, bei bedeutend billigerem Preise empfiehlt. Dem Chinasilber ähnlich sind die unter dem Namen Perusilber und Alpaka aufgetauchten Legirungen.

Eine andere silberhaltige Nickellegirung wird in der Schweiz seit 1850 als Scheidemünzmetall angewendet. Es sollen in 1000 Th. enthalten

die Stücke von	Silber.	Kupfer.	Zink.	Nickel.
120 Rappen	150	500	250	100
10 ,,	100	550	250	100
5 ,,	50	600	250	100

Das eigenthümliche Verfahren, das Silber anstatt mit Kupfer mit Neusilber zu legiren, wurde wohl durch das Bestreben hervorgerufen, der geringhaltigen Silberscheidemünze ein weniger unehrenhaftes Aussehen zu verleihen, als das Scheidemünzsilber darbietet, wenn es abgegriffen ist. Die Schweizer Münzen werden allerdings durch die Abnutzung nicht roth, nehmen aber dagegen eine nicht angenehme, schmutzig gelbe Farbe an. In Belgien wendet man seit einigen Jahren eine gleiche Legirung zu den 5, 10 und 20 Centimesstücken an.

Das unter dem Namen Suhler Weisskupfer im Handel vorkommende Metall enthält 88 Th. Kupfer, 8,75 Th. Nickel und 1,75 Antimon.

Kupferamalgam. Eine Verbindung von 30 Th. Kupfer und 70 Th. Quecksilber, die man erhält, indem man Kupferpulver mit salpetersaurem Quecksilberoxydul befeuchtet, darauf mit heissem Wasser übergiesst und durch Reiben die nöthige Menge Quecksilber incorporirt, ist unter dem Namen Metallkitt bekannt; sie ist eine weiche Masse, die nach einigen Stunden erhärtet.

Kupfervitriol. Das Kupfervitriol, cyprische Vitriol oder schwefelsaures Kupferoxyd findet sich in der Natur als Ueberzug, oder in derben, nierenförmigen Massen, oder aufgelöst im Cementwasser. Es krystallisirt in schönen blauen, schiefen rhomboïdischen Säulen, welche sich in 2 Th. heissem und 4 Th. kaltem Wasser, nicht aber in Alkohol lösen. Das krystallisirte schwefelsaure Kupferoxyd besteht in 100 Theilen aus:

32,14 Th. Schwefelsäure,
31,79 Th. Kupferoxyd,
36,07 Th. Wasser;

seine Formel ist $CuO, SO_3 + 5\ HO$.

Gewinnung des Kupfervitriols. Man stellt den Kupfervitriol chemisch rein dar, indem man metallisches Kupfer mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt; das Kupfer wird hierbei auf Kosten eines Theiles des Sauerstoffs der Schwefelsäure oxydirt, während schweflige Säure entweicht ($Cu + 2\ SO_3 = CuO, SO_3 + SO_2$). Oft ist die Darstellung der schwefligen Säure der Hauptgrund zur Gewinnung des Kupfervitriols auf diesem Wege. Im Grossen gewinnt man den Kupfervitriol, indem man 1) das natürlich vorkommende Cementwasser zum Krystallisiren abdampft, 2) indem man in einem Flammenofen Kupferplatten bis zum Siedepunkte des Schwefels erhitzt, den Ofen

4*

verschliesst und Schwefel hineinwirft. Der Schwefel verbindet sich mit dem Kupfer zu Schwefelkupfer (Cu_2S), das in einem Flammenofen bei sehr geringer Hitze oxydirt wird ($Cu_2S + 5\,O = CuO, SO_3 + CuO$); die geröstete Masse wird in einen Kessel gebracht und so viel Schwefelsäure hinzugesetzt, als nothwendig ist, alles Kupferoxyd zu sättigen. Die klare Lösung wird vom ungelösten Rückstande abgegossen und zur Krystallisation hingestellt. Man gewinnt den Kupfervitriol 3) indem man den Concentrationsstein oder Spurstein, der ungefähr 60 pCt. Kupfer enthält, mit Schwefelsäure behandelt; zu diesem Zwecke wird der Stein mehrere Male geröstet, dann in Kasten geschüttet und mit Wasser ausgezogen. Die Auflösung wird in bleiernen Gefässen abgedampft und in kupfernen Gefässen zum Krystallisiren hingestellt. Aus der von den Krystallen abgegossenen Mutterlauge fällt man das Kupfer durch metallisches Eisen, weil der daraus dargestellte Kupfervitriol zu eisenhaltig ausfallen würde. Der auf diese Weise gewonnene Kupfervitriol ist der wohlfeilste; er enthält ungefähr 3 pCt. Eisenvitriol. Häufig stellt man auch den Kupfervitriol aus Kupferabfällen, Kupferasche, Kupferhammerschlag durch Erhitzen derselben in einem Flammenofen bis zur vollständigen Oxydation und Lösung des Oxydes in verdünnter Schwefelsäure dar. 4) In grosser Menge erhält man den Kupfervitriol als Nebenprodukt bei der Affinirmethode, oder bei der Scheidung des Goldes vom Silber. Bei dieser Methode wird das goldhaltige Silber mit Schwefelsäure behandelt, wodurch schwefelsaures Silberoxyd gebildet wird, während das Gold ungelöst zurückbleibt. Die Lösung des schwefelsauren Silberoxydes wird mit metallischem Kupfer zusammengebracht; es löst sich von letzterem ein Aequivalent in der Schwefelsäure auf, während das Silber metallisch gefällt wird ($AgO, SO_3 + Cu = CuO, SO_3 + Ag$). Der auf diese Weise dargestellte Kupfervitriol ist vollkommen rein. Der aus den Abfällen bei dem Kupferhüttenprocess gewonnene Kupfervitriol wird von beigemengtem Eisenoxydul durch Erhitzen in einem Flammenofen bis zur beginnenden Zersetzung befreit, das Eisenoxydul wird in Oxyd verwandelt, das beim Auflösen der Masse ungelöst zurückbleibt. Nach einem anderen, von Bacco angegebenen Verfahren, löst man den zu reinigenden Kupfervitriol in Wasser und vermischt die Lösung mit kohlensaurem Kupferoxyd, welches alles Eisen, auch das in Gestalt von Eisenoxydul vorhandene, als Oxyd fällt, während eine entsprechende Menge Kupferoxyd sich auflöst. Nach genügender Einwirkung wird die reine Kupfervitriollösung von dem Niederschlage abfiltrirt.

Doppelvitriol. Unter Doppelvitriol oder gemischtem Vitriol versteht man einen aus Kupfervitriol und Eisenvitriol bestehenden, zusammenkrystallisirten Vitriol. Der Salzburgervitriol (Doppel-Adler) enthält 76 pCt., der Admonter 83 pCt. und der Doppel-Admonter 80 pCt. schwefelsaures Eisenoxydul. Zuweilen findet sich in dem gemischten Vitriol auch noch schwefelsaures Zinkoxyd (weisser Vitriol). In der neueren Zeit wird aber der gemischte Vitriol weniger häufig angewendet.

Anwendung des Kupfervitriols. Der Kupfervitriol findet häufig Anwendung zur Darstellung der Kupferfarben (zu welchem Behufe er frei von Eisen- und Zinkvitriol sein muss), des essigsauren Kupferoxydes, zum Verkupfern, zum Brüniren des Eisens, zum Färben des Goldes, zum Schwarzfärben von Tuch und Wollgarn, als Reservage in der kalten Indigküpe, zum Einweichen des Getreides vor dem Säen und zur Erzeugung galvanoplastischer Abdrücke.

Kupferfarben. Kupferfarben. Von den vielen Farben, in welchen Kupfer den färbenden Bestandtheil ausmacht, seien folgende beschrieben: 1) Braunschweigergrün, 2) Bremergrün und Bremerblau, 3) Mineralgrün, 4) Schweinfurtergrün.

Braunschweigergrün. Mit dem Namen Braunschweigergrün bezeichnet man verschiedene Kupferverbindungen, welche als Malerfarbe Anwendung finden. Was gegenwärtig im Handel unter diesem Namen vorkommt, ist basisch kohlensaures Kupferoxyd (Cu O, C O_2 + Cu O, H O) und eine Nachahmung des Berggrün, welches entweder fein gemahlener Malachit oder ein Bodensatz aus kupferhaltigen Cementwässern ist. Man gewinnt das Braunschweigergrün, indem man Kupfervitriol mit kohlensaurem Natron oder kohlensaurem Kalk, oder Kupferchlorid, durch Zersetzen von Kupfervitriol mit Kochsalz erhalten, mit einem kohlensauren Alkali zersetzt, den entstandenen Niederschlag mit heissem Wasser auswäscht und ihn dann mit Schwerspath, Permanentweiss, Zinkweiss oder Gyps, nicht selten auch mit Schweinfurtergrün nüancirt. Eine Sorte Braunschweigergrün, welche jedoch gegenwärtig nicht mehr benutzt zu werden scheint, ist ein basisches Kupferoxychlorid, welchem nach Ritthausen die Formel Cu Cl, 3 Cu O + 3 H O zukommt. Das im Handel vorkommende Braunschweigergrün ist meist mit dem arsenikhaltigen Schweinfurtergrün gemengt. Das Berggrün ist als Wasser-, Oel- und Kalkfarbe anwendbar.

Bremerblau oder Bremergrün. Das Bremerblau oder Bremergrün, ist wesentlich Kupferoxydhydrat und erscheint in Gestalt einer äusserst lockeren und leichten hellblauen Masse, deren Farbe jedoch etwas ins Grünliche geht. Je reiner blau und je lockerer die Farbe, desto höher steht es im Preise. Als Wasser- und Leimfarbe giebt es ein helles Blau (weshalb es Bremerblau genannt wird), mit Oel angewendet, geht dagegen die ursprüngliche blaue Farbe schon nach 24 Stunden in Grün über, welches dadurch entsteht, dass sich das Kupferoxyd des Bremergrüns chemisch mit den Bestandtheilen des Oeles (Oelsäure, Palmitinsäure) zu grüner Kupferseife verbindet. Das Bremergrün kommt in verschiedenen Nüancen im Handel vor, welche durch Vermischen des Niederschlages mit leichten weissen Körpern, namentlich von Brei aus fein geschlemmtem Gyps hergestellt werden. Als Ausgangspunkt der Fabrikation dient gegenwärtig fast überall Kupferoxychlorid (Cu Cl, 3 Cu O + 4 HO). Der zur Darstellung dieser Verbindung eingeschlagene Weg ist ohne Einfluss auf die Eigenschaften der fertigen Farbe, insofern man nur mit Sorgfalt darauf bedacht ist, dass der blassgrüne Brei, in den Fabriken Oxyd genannt, kein Kupferchlorür (Cu_2 Cl) enthält.

Die Bereitung geschieht nach der Vorschrift von Gentele auf folgende Weise:

I) 112,5 Kilogr. Kochsalz und
111 ,, Kupfervitriol,

beide vollkommen eisenfrei, werden im trocknen Zustande mit Wasser zu einem dicken Brei gemahlen, wobei sich die aufgelösten Portionen zu Kupferchlorid und schwefelsaurem Natron umsetzen:

II) 112,5 Kilogr. altes Schiffskupfer

werden in quadratzollgrosse Stücke zerschnitten, in ein Fass geschüttet, in welchem sich mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser befindet und kräftig umgerührt, hierdurch wird alles Oxyd von der Oberfläche des Kupfers entfernt. Man wäscht das Kupfer mit Wasser rein ab.

III) Das gereinigte Kupfer wird nun in den sogenannten Oxydirkästen mit dem aus Kupferchlorid und Glaubersalz bestehenden Brei in $^1/_2$ Zoll dicken Lagen aufgeschichtet und diese Substanzen in einem Keller oder sonstigen Raum der gegenseitigen Einwirkung überlassen. Das Kupferchlorid nimmt zuerst Kupfer auf und verwandelt sich dadurch in Kupferchlorür, letzteres geht durch Aufnahme von Sauerstoff und Wasser in die oben erwähnte unlösliche, grüne, basische Verbindung über. Um deren Bildung zu befördern, wird die Masse während des Verweilens in den Oxydirkästen alle 2 — 3 Tage mit einer kupfernen Schaufel umgeschaufelt. Da bekanntlich das Kupferchlorür beim Behandeln mit Alkalien und alkalischen Erden gelbes oder rothes Kupferoxydul abscheidet, so darf auch nicht die geringste Spur von Kupferoxydul zurückbleiben, weil sich sonst bei weiterer Verarbeitung die reine Farbe des Bremergrün trüben würde. In manchen Fabriken hat man zur Beseitigung

des Kupferchlorürs den Brei jahrelang unter öfterem Umschichten stehen lassen, ehe man ihn weiter verarbeitet. Man erreicht denselben Zweck, wenn man das feuchte Gemenge von Zeit zu Zeit vor der jedesmaligen Umarbeitung trocken werden lässt, wobei die Luft an die Stelle des verdunsteten Wassers tritt und so eine vollständige Oxydation bewirkt.

Nach beendigter Oxydation, in der Regel nach 3—5 Monaten, hebt man die zerfressene Kupfermasse aus den Oxydationskästen, bringt sie in einen Schlämmbottich und wäscht sie mit geringen Mengen Wasser zu einem dünnen Schlamm, welchen man von dem unoxydirten Kupfer trennt.

IV) Auf je 6 solche Eimer Schlamm setzt man 6 Kilogr. Salzsäure und lässt das innige Gemisch 1—2 Tage lang stehen.

V) In einen anderen Bottich, den Blaubottich oder Blauback, bringt man für je 6 Eimer des mit Salzsäure versetzten Schlammes 15 Eimer klare und farblose Kalilauge. Man verdünnt den angesäuerten Schlamm noch mit 6 Eimern Wasser und trägt den Inhalt der sauren Bütte schnell in die Kalilauge in dem Blaubottich ein, während einige Arbeiter den Inhalt des letzteren unausgesetzt umrühren.

Die basische Kupferverbindung geht durch die Behandlung mit Salzsäure in grünes neutrales Kupferchlorid über, welches letztere sich mit dem Kali in Chlorkalium und blaues Kupferoxydhydrat (Bremerblau) umsetzt:

Neutrales Kupferchlorid Cu Cl Kalilauge KO, HO	geben	Bremerblau (Kupferoxydhydrat) Cu O, H O Chlorkalium K Cl

VI) Nachdem das Ganze eine ziemlich steife Consistenz angenommen hat, lässt man es 1—2 Tage lang stehen, darauf wird der Niederschlag durch wiederholtes Umrühren mit Wasser und Decantiren von dem Kali und Chlorkalium befreit, hierauf auf Seihetüchern einige Wochen feucht erhalten und der Luft ausgesetzt und zuletzt gepresst, zerschnitten und bei einer Temperatur, welche 30—35 ° C. nicht überschreiten darf, getrocknet, indem bei höherer Temperatur das Hydratwasser entweichen und das Bremerblau in schwarzbraunes Kupferoxyd übergehen würde.

Nach andern Vorschriften erhält man das Bremerblau auf folgende Weise:

1) 50 Kilogr. fein zerschnittenes Kupferblech wird mit 30 Kilogr. Kochsalz unter Befeuchten von 15 Kilogr. zuvor mit dem dreifachen Volumen Wasser verdünnter Schwefelsäure gemischt. Hierbei wird Salzsäure frei, welche unter Mitwirkung der Luft das Kupfer zuerst in Kupferchlorid, dann in Chlorür überführt, woraus sich durch weitere Oxydation das basische Kupferchlorid bildet, welches man auf die angegebene Art durch Kalilauge zersetzt.

2) Man besprengt nach Habich das Kupferblech mit einer Auflösung von Kupferhammerschlag (Kupferasche) in reiner Salzsäure, um die basische Chlorkupferverbindung zu bilden.

3) Man versetzt neutrales salpetersaures Kupferoxyd mit einer zur Zersetzung unzureichenden Menge von kohlensaurem Kali oder Natron; der anfänglich sich bildende flockige Niederschlag von kohlensaurem Kupferoxyd verwandelt sich unter Abgabe von Kohlensäure nach und nach in basisch salpetersaures Kupferoxyd (NO_5, 2 Cu O + HO), welches sich als schweres grünes Pulver absetzt. Man übergiesst dieses Kupfersalz mit einer Auflösung von Zinkoxyd-Kali (durch Auflösen von Zinkweiss in Kalilauge erhalten), wodurch man eine tiefblaue, höchst lockere Farbe von grosser Deckkraft erhält, welche aus zinksaurem Kupferoxyd mit geringer Beimischung von höchst basisch salpetersaurem Kupferoxyd besteht.

4) Ein magnesiahaltiges Bremerblau erhält man durch Fällen einer Auflösung von Kupfervitriol, Bittersalz und etwas Weinstein durch Potasche, indem man die Auflösung der ersteren in die Potaschenlösung giesst und von letzterer einen Ueberschuss anwendet.

Mineralgrün und Mineralblau. Das Mineralgrün oder Scheele's Grün, eine gegenwärtig nur noch selten angewendete, nur wenig deckende Farbe, besteht wesentlich aus Kupferoxydhydrat und arsenigsaurem Kupferoxyd. Man erhält es, indem man eine Auflösung von

1 Kilogr. reinem, eisenfreien Kupfervitriol in
12 Liter Wasser löst und mit einer Lösung von
350 Gramm arseniger Säure in
1 Kilogr. gereinigter Potasche und
8 Liter Wasser

unter beständigem Umrühren versetzt. Der entstehende grasgrüne Niederschlag wird mit warmem Wasser ausgewaschen und getrocknet.

Habich schlägt vor, die Flüssigkeit, welche arsenige Säure und Kupfervitriol enthält, nicht mit ätzendem oder kohlensaurem Kali oder Natron, sondern mit zinksaurem Kali zu fällen; man erhält eine zwar hellere, aber äusserst brillante Farbe. Zuweilen versteht man unter Mineralgrün fein geriebenen Malachit oder auch basisches Kupferoxydhydrat.

Obgleich man unter Mineralblau in der Regel die helleren, mit Thon oder Kaolin etc. versetzten Sorten von Berlinerblau versteht, so bezeichnen andere mit diesem Namen oder dem Namen Bergblau (cendres bleues), eine blaue Malerfarbe, welche ehedem durch Mahlen und Schlämmen der reinsten Stücken des Kupferlasurs ($2\ CuO, CO_2 + CuO, HO$) in Tyrol und zu Chessy bei Lyon dargestellt wurde. Gegenwärtig soll man es darstellen, indem man eine Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd mit Aetzkalk, nach anderen Angaben mit Kali fällt, und den noch feuchten, aber ausgewaschenen Niederschlag mit Kreide, Gyps oder Schwerspath nüancirt. In Frankreich wird das Bergblau zum Theil noch feucht, in Form eines Teiges verkauft.

Die unter dem Namen Kalkblau (auch Neuwiederblau genannt) in Gestalt viereckiger Stücken oder quadratischer Tafeln in dem Handel vorkommende blaue Farbe wird durch Fällen einer Lösung von 100 Th. Kupfervitriol und $12^1/_2$ Th. Salmiak mittelst der Kalkmilch von 30 Th. gebranntem Kalk in der Kälte dargestellt. Die Farbe besteht aus Kupferoxydhydrat und schwefelsaurem Kalk und ist nach der Formel $2\ (CaO, SO_3 + 2HO) + 3\ (CuO, HO)$ zusammengesetzt. Es ist eine reinere blaue Nüance als das Bremerblau, besitzt im Wasser ziemliche Deckkraft, aber wenig in Oel.

Oelblau. Das Oelblau, eine Farbe, welche mit Oelen und Firnissen zusammengerieben ein herrliches Veilchenblau giebt, ist Schwefelkupfer (CuS). Man wendet hierzu theils das in der Natur als Kupferindig vorkommende Schwefelkupfer, theils das künstlich dargestellte an. Man erhält das Oelblau durch Zusammenschmelzen von fein zertheiltem metallischen Kupfer mit Kaliumschwefelleber und Behandeln der geschmolzenen Masse mit Wasser, wobei das Schwefelkupfer in kleinen glänzenden bläulichen Krystallen zurückbleibt, welche nach dem Trocknen fein zerrieben werden.

Schweinfurtergrün. Das Schweinfurtergrün ist die schönste und beliebteste, aber auch die gefährlichste aller Kupferfarben; es führt auch die Namen Wienergrün, Neuwiedergrün, Mitisgrün, Kirchbergergrün, Kaisergrün, Papageigrün etc. etc., je nachdem das eigentliche Schweinfurtergrün rein, oder mit Schwerspath, schwefelsaurem Bleioxyd und Chromgelb nüancirt ist. Die Zusammensetzung und die Darstellungsweise des Schweinfurtergrün war Fabrikgeheimniss, bis von Liebig und nach ihm Braconnot die Bereitungsart veröffentlichten. Nach der Untersuchung von Ehrmann ist das Schweinfurtergrün im reinen Zustande eine Verbindung von neutralem essigsauren Kupferoxyd mit arsenigsaurem Kupferoxyd nach der Formel $C_4H_3CuO_4 + 3\ (CuO, AsO_3)$ und besteht in 100 Th. aus

Kupferoxyd	31,29 Th.
arseniger Säure	58,65 „
Essigsäure	10,06 „

Nach der Angabe von Ehrmann löst man gleiche Gewichtstheile arseniger Säure und neutralen Grünspans, jedes für sich, in Wasser, und mischt die concentrirten Lösungen siedend heiss mit einander. Es bildet sich sofort ein flockiger olivengrüner Niederschlag von arsenigsaurem Kupferoxyd, während die Flüssigkeit freie Essigsäure enthält. Wenn der Niederschlag in der Flüssigkeit ruhig stehen bleibt, so verringert er sein Volumen und wird dicht und krystallinisch; zugleich bilden sich in ihm grüne Stellen, welche nach und nach grösser werden, bis nach Verlauf von einigen Stunden er vollständig in eine intensiv grüne, körnig krystallinische Masse übergegangen ist. Diese neue Verbindung ist das Schweinfurtergrün;

sie wird abfiltrirt und gewaschen; sie scheint auf die Weise zu entstehen, dass aus je vier Aequivalenten arsenigsauren Kupferoxydes ein Aequivalent arseniger Säure aus-, und eine äquivalente Menge von Essigsäure eintritt. Die Vorschrift von Braconnot, mit Hülfe von Kupfervitriol Schweinfurtergrün zu bereiten, ist mit einigen Abänderungen die gegenwärtig in den Fabriken angewendete. Nach ihr löst man 15 Kilogr. Kupfervitriol in der kleinsten Menge siedenden Wassers und vermischt die heisse Lösung mit einer gleichfalls heissen und concentrirten Lösung von arsenigsaurem Kali oder Natron, welche 20 Kilogr. arsenige Säure enthält. Es bildet sich sofort ein schmutziggrüner Niederschlag. Indem man zu der Flüssigkeit 15 Liter concentrirten Holzessigs oder so viel setzt, dass sie nach Essigsäure riecht, verwandelt sich der Niederschlag in Schweinfurtergrün, welches, um die Abscheidung und Beimengung von arseniger Säure zu verhindern, sogleich abfiltrirt und mit siedendem Wasser ausgewaschen wird. Es kommt demnach bei der Fabrikation von Schweinfurtergrün darauf an, möglichst billig auf nassem Wege neutrales arsenigsaures Kupferoxyd darzustellen und dieses durch Digestion mit verdünnter Essigsäure in arsenig-essigsaures Kupferoxyd überzuführen.

Das Schweinfurtergrün ist als Oel- und Wasserfarbe anwendbar; in Oel deckt es nicht besonders, trocknet aber gut; auf frischem Kalk lässt sich die Farbe nicht anwenden, denn der Aetzkalk entzieht ihr die Essigsäure und es hinterbleibt gelbgrünes arsenigsaures Kupferoxyd, welches keine angenehme Farbe hat. Es bildet ein aus smaragdgrünen, miskroskopischen Krystallen bestehendes Pulver, dessen Farbe um so satter ist, je grösser die Krystalle sind; beim Zerreiben wird die Farbe heller. Es befindet sich im Handel als krystallinisches Pulver und im zerriebenen Zustande als amorphes Schweinfurtergrün. Am Lichte und an der Luft ist es unveränderlich. Es ist unlöslich in Wasser; bei längerem Kochen mit Wasser wird es wahrscheinlich unter Verlust von Essigsäure braun.

Es ist bekannt, dass in Zimmern mit feuchten Wänden, deren Tapeten Schweinfurtergrün enthalten, sich ein widriger und Kopfschmerzen verursachender Geruch zeigt, der von einer sich entwickelnden flüchtigen Arsenikverbindung, wahrscheinlich Arsenikwasserstoff, herrührt.

Zinnsaures Kupferoxyd.

Zinnsaures Kupferoxyd oder Gentele's Grün, durch Fällen von Kupfervitriol mit zinnsaurem Natron, Auswaschen und Trocknen des Niederschlages enthalten, ist eine schön grüne und giftfreie Kupferfarbe.

Grünspan.

Grünspan oder essigsaures Kupferoxyd kommt im Handel vor als neutraler oder krystallisirter Grünspan, und als basischer Grünspan. Der neutrale oder krystallisirte Grünspan ist neutrales essigsaures Kupferoxyd ($C_4\ H_3\ CuO_4$, HO), das ursprünglich von den Holländern allein dargestellt wurde, die, um andere Fabriken irre zu leiten, das Präparat mit dem Namen „destillirter Grünspan" bezeichneten. Der basische oder blaue Grünspan wird im Grossen hauptsächlich in der Umgegend von Montpellier dargestellt; man verfährt dabei, indem man die Weintreber in Fässern oder grossen irdenen Häfen sich selbst überlässt. Der in den Trebern enthaltene Zucker geht unter Mitwirkung der gleichzeitig vorhandenen Fermente in Alkohol und dieser dann in Essigsäure über. Dabei erhöht sich die Temperatur beträchtlich. Wenn nach Verlauf von 3 — 4 Tagen ein deutlicher Essiggeruch sich entwickelt, werden die Treber mit erhitzten Kupferblechen, die man vorher mit einer Auflösung von Grünspan bestrichen und wieder getrocknet hat, in irdenen Häfen geschichtet. Diese Häfen werden in einem Keller, dessen Temperatur 10 bis 12° beträgt, mit Strohmatten bedeckt, aufgestellt. Wenn sich auf den Blechen eine hinreichend starke Decke von Grünspan gebildet

hat, kratzt man dieselbe ab, knetet den Grünspan in einem Fasse mit Wasser an und bringt den Brei in lederne Beutel, denen man durch Pressen eine viereckige Form giebt. Die vom Grünspan befreiten Bleche werden von Neuem benutzt, bis dieselben gänzlich aufgelöst sind. Dieser Grünspan ist blau und wird **blauer** oder **französischer Grünspan** genannt, er hat die Formel $C_4\ H_3\ Cu\ O_4\ CuO,\ HO + 5\ Aq$. Auf andere Weise erhält man den Grünspan, indem man wie z. B. in Grenoble Kupferplatten mit Essig befeuchtet und an einem warmen Orte aufstellt, oder Kupferplatten mit Flanelllappen, welche mit Essig getränkt sind, schichtet; dieser Grünspan ist von **grüner** Farbe und hat die Formel $3\ CuO + C_4\ H_3\ O_3$. — Der **neutrale Grünspan** $C_4\ H_3\ Cu\ O_4 + HO$ wird erhalten 1) durch Auflösen des basischen Salzes in Essigsäure, 2) durch Zersetzen von Kupfervitriol mit Bleizucker ($CuO,\ SO_3 + PbO,\ C_4\ H_3O_3 = C_4\ H_3\ Cu\ O_4 + PbO,\ SO_3$). Nach der ersten Methode löst man den basischen Grünspan in 4 Th. destillirtem Essig oder Holzessig unter Erwärmen in einem kupfernen Kessel auf, decantirt die klare Flüssigkeit und dampft sie dann bis zum Erscheinen einer Salzkruste ab, worauf sie in hölzerne Gefässe gebracht wird, in denen sich der neutrale Grünspan an hineingestellte Holzstäbe ansetzt. Nach dem zweiten Verfahren werden die Lösungen gemischt, die Flüssigkeiten von dem ausgeschiedenen schwefelsauren Bleioxyd abgegossen und unter Zusatz von etwas Essigsäure zum Krystallisiren abgedampft. Anstatt des Bleizuckers wendet man zur Zersetzung des Kupfervitriols auch essigsauren Kalk, und neuerdings auch essigsauren Baryt an. Der neutrale Grünspan kommt im Handel in Trauben (grappes) vor, die aus dunkelgrünen, undurchsichtigen Säulen bestehen, sich in 13,4 Th. kaltem und 5 Th. siedendem Wasser, in 14 Th. siedendem Alkohol lösen. — Man wendet beide Grünspansorten an als Oel- und Wasserfarbe *), zur Bereitung von Kupferfarben (Schweinfurtergrün), in der Färberei und Druckerei, beim Vergolden und in früherer Zeit zur Darstellung der Essigsäure.

Anwendung des Grünspans.

Blei.

(Pb = 103,5.)

Blei. Vorkommen desselben.

Das Blei ist seit den ältesten Zeiten bekannt. In der Natur kommt es nur sehr selten gediegen, häufig aber an Schwefel gebunden als **Bleiglanz** (Pb S) und als **Bournonit** (Spiessglanzbleierz) vor. Letzteres Bleierz besteht aus 41,77 Th. Blei, 12,76 Kupfer, 26,01 Antimon und 19,46 Schwefel ($3\ Cu_2\ S,\ Sb\ S_3 + 2\ (3\ Pb\ S,\ Sb\ S_3)$), und wird auf Blei und Kupfer verarbeitet **).

*) In Russland verwendet man den Grünspan vielfach als Malerfarbe in Oel; zu dem Ende wird er mit Bleiweiss zusammengerieben, wodurch eine Zersetzung in kohlensaures Kupferoxyd und in basisch essigsaures Bleioxyd vor sich geht, ersteres giebt dem noch unzersetzten Bleiweiss eine hellblaue Farbe, welche aber nach dem Anstriche in Oel allmählich in das angenehme Grün übergeht, welches die russischen grünen Dächer fast allgemein darbieten. —

**) In mineralogischer Hinsicht wären hier folgende Mineralien zu erwähnen:

Zinkenit	$Pb\ S + Sb\ S_3$.
Federerz	$2\ Pb\ S + Sb\ S_3$.
Boulangerit	$3\ Pb\ S + Sb\ S_3$.
Jamesonit	$3\ Pb\ S + 2\ Sb\ S_3$.
Meneghinit	$4\ Pb\ S + Sb\ S_3$.
Plagionit	$4\ Pb\ S + 3\ Sb\ S_3$.
Geokronit	$5\ Pb\ S + Sb\ S_3$.
Kilbrickenit	$6\ Pb\ S + Sb\ S_3$.

Ausserdem findet es sich noch als Weissbleierz (kohlensaures Bleioxyd, $PbO. CO_2$), als Grünbleierz (phosphorsaures Bleioxyd, $3\ (PO_5,\ 3\ PbO) + Pb\,Cl$), als Mimetesit (arseniksaures Bleioxyd, $3\ (As\ O_5,\ 3\ PbO) + Pb\ Cl$), als Vitriolbleierz (schwefelsaures Bleioxyd, $PbO,\ SO_3$), als Gelbbleierz (molybdänsaures Bleioxyd, $PbO,\ MoO_3$), und als Rothbleierz (chromsaures Bleioxyd, $PbO,\ CrO_3$).

Gewinnung des Bleies durch Niederschlagsarbeit.

Man gewinnt das Blei gewöhnlich aus dem Bleiglanz. Derselbe (86,57 Blei und 13,43 Schwefel und stets etwas Silber enthaltend) ist von bleigrauer Farbe, vollkommenem Metallglanz, krystallisirt in Würfeln, ist spröde und hat ein spec. Gewicht von 7,75. Ausser zur Bleigewinnung, dient er auch feingemahlen (als Glasurerz oder Alquifoux) zum Glasiren des Töpferzeuges, zur Herstellung des Pattinson'schen Bleiweises, auch wohl als Streusand und zur Verzierung von Bijouteriearbeiten.

Die Gewinnung geschieht entweder durch Niederschlagsarbeit oder durch Röstarbeit.

Die Gewinnung des Bleies aus dem Bleiglanze durch Niederschlagsarbeit gründet sich auf das Verhalten des metallischen Eisens zu Bleiglanz. Wenn man nämlich Schwefelblei mit metallischem Eisen erhitzt, so bildet sich Schwefeleisen und metallisches Blei ($PbS + Fe = FeS + Pb$). Bei der Niederschlagsarbeit wird der Bleiglanz, der von dem fremden Gestein durch Ausschmelzen oder Schlämmen getrennt worden ist, mit Eisengranalien gemengt — die man erhält, indem man geschmolzenes Roheisen in Wasser giesst — und in einem Schachtofen niedergeschmolzen. Man erhält metallisches Blei und Bleistein, welcher letztere wesentlich aus Schwefeleisen, Schwefelblei und etwas Schwefelkupfer besteht. Anstatt des metallischen Eisens wendet man zur Abscheidung des Bleies aus dem Bleiglanz auch Eisenerze, Eisenfrischschlacken u. s. w. an, welche auch noch durch ihren Sauerstoff entschwefelnd wirken.

Fig. 24.

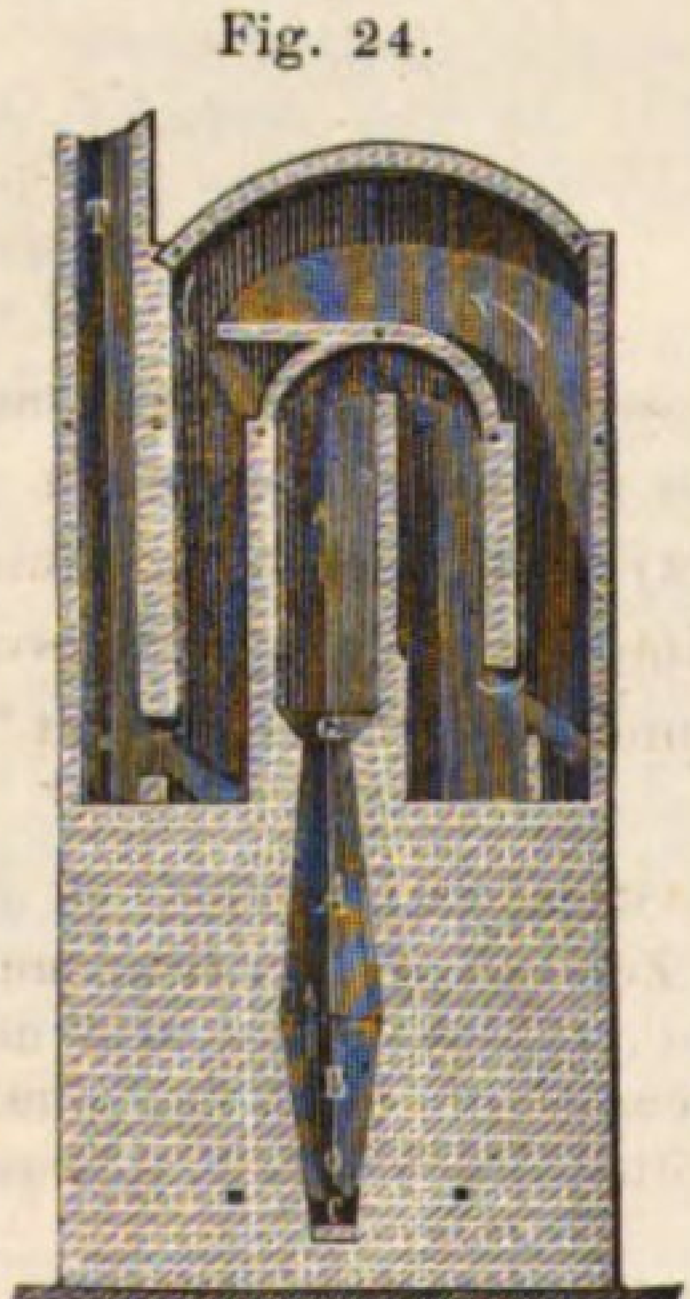


Fig. 25.

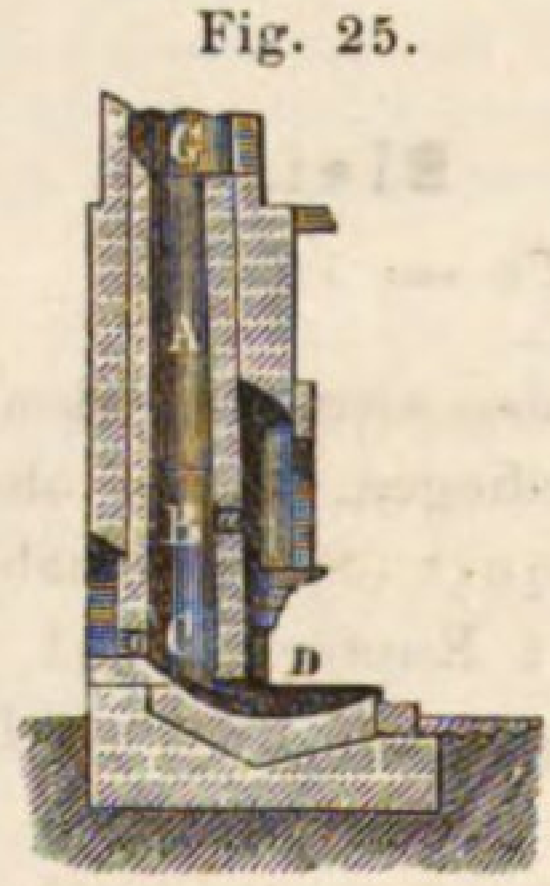


Fig. 26.

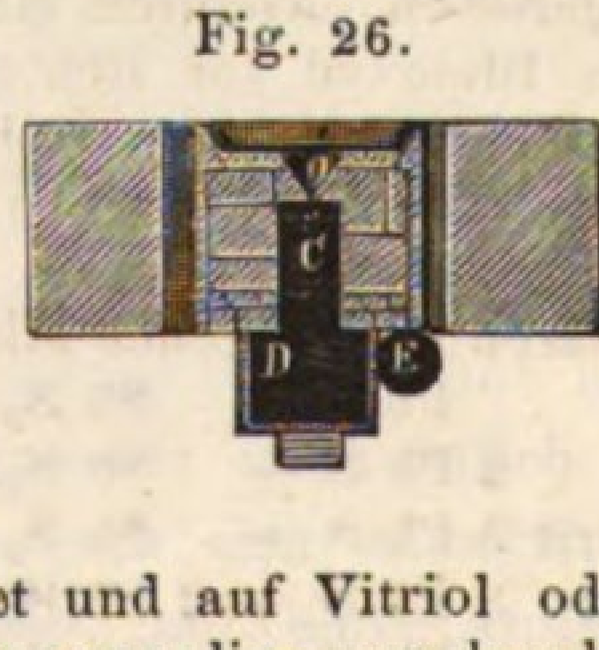


Fig. 24, 25 und 26 zeigen einen Bleischmelzofen. *B* ist der Ofenschacht, *CD* der Herd und Tiegel des Ofens, wie die Zeichnung zeigt, zum Theil ausserhalb des Ofens. Von *D* kann durch einen Canal das flüssige Metall in den Stichtiegel abgelassen werden. Die aus dem Schachte entweichenden Gase gehen, ehe sie in die Esse *F* gelangen, durch Kammern, in welchen sich die durch das Gebläse *O* fortgerissenen Erztheilchen absetzen. Die gattirten Erze, mit Eisengranalien vermischt, werden in abwechselnden Schichten in den Ofen eingetragen. Die flüssigen Produkte sammeln sich in dem Tiegel *D* an. Die Produkte sind silberhaltiges Blei und Bleistein mit 30 und mehr Pfund Blei und 3 und mehr Loth Silber im Centner, ferner mit einem grössern oder geringeren Kupfergehalte. Je nach der Quantität und Qualität der in dem Steine enthaltenen Metalle wird derselbe geröstet und auf Vitriol oder Cementkupfer verarbeitet oder mit reichen Bleischlacken und Eisengranalien verschmolzen und auf Blei verarbeitet.

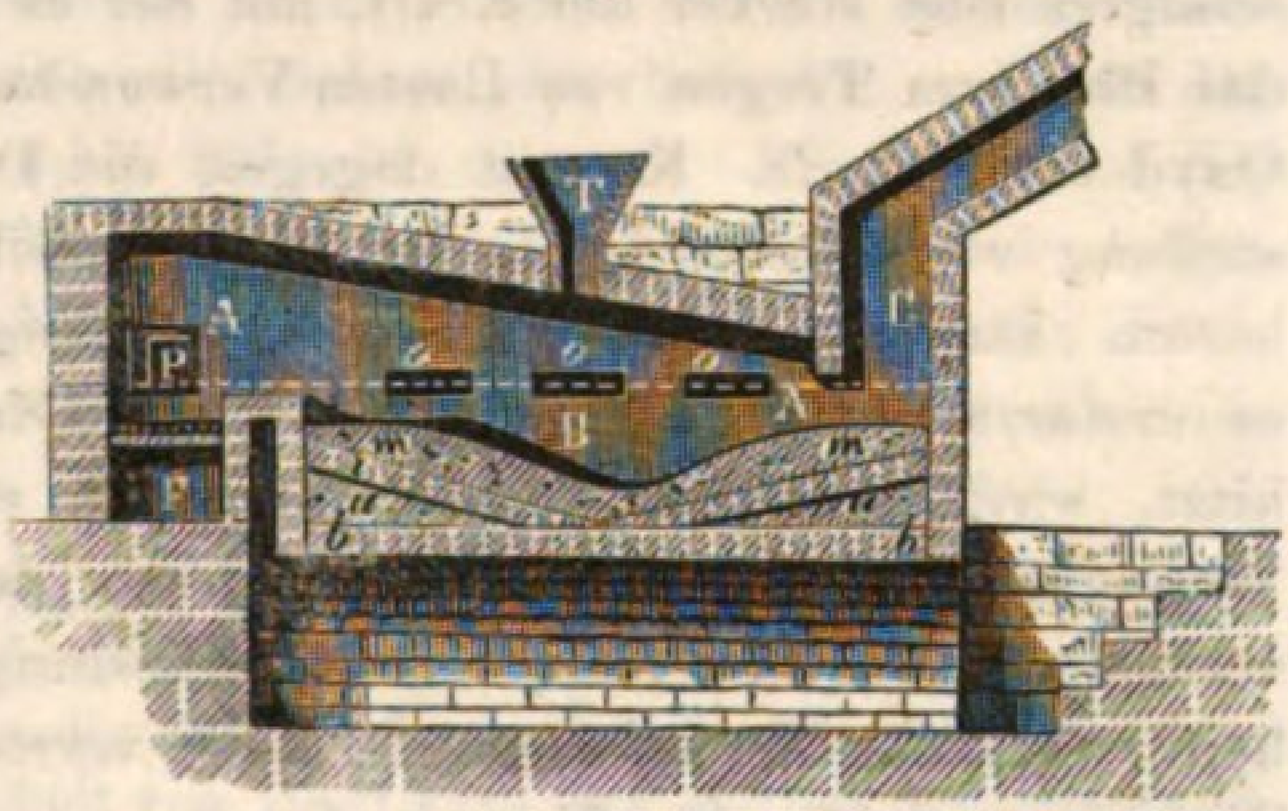
Gewinnung des Bleies durch Röstarbeit.

Die Gewinnung des Bleies aus dem Bleiglanze durch Rösten in Flammenöfen gründet sich auf das Verhalten des Bleioxydes und

schwefelsauren Bleioxydes gegen Bleiglanz. Durch die Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft wird ein Theil des Bleiglanzes zu Bleioxyd und schwefliger Säure oxydirt, nebenbei bildet sich auch schwefelsaures Bleioxyd. Durch den Sauerstoff des schwefelsauren Bleioxydes und des reinen Bleioxydes wird der Schwefel des noch unzersetzt gebliebenenen Bleiglanzes oxydirt und entfernt ($3\,PbO + PbS = 4\,Pb + SO_2 + O$; $PbO, SO_3 + PbS = 2\,Pb + 2\,SO_2$). Ist bei dem Röstungsprocesse überschüssiger Bleiglanz vorhanden, so bildet sich ein Bleisubsulfuret (Pb_2S), aus welchem metallisches Blei, indem der Rückstand sich höher schwefelt, aussaigert ($2\,Pb_2S = 2\,PbS + 2\,Pb$).

Auf diesen Process, Röstsaigerprocess genannt, mit welchem die Anwendung von Flammenöfen mit vertieftem Herde verbunden ist, gründet sich das englische Verfahren der Bleigewinnung. Die gewöhnliche Einrichtung der Flammenöfen zum Verschmelzen der Bleierze in Derbyshire und Cumberland geht aus der Zeichnung Fig. 27 hervor. Der Herd, welcher aus Schlacken zusammengeschmolzen ist, ruht auf einer massiven Mauer. Die Fläche desselben ist von allen Seiten gegen die eine lange Seite des Ofens, oder gegen die Abstichseite geneigt. Hier befindet sich die Abstichöffnung und in deren tiefster Stelle das Stichloch, aus welchem das Blei in den Vortiegel abfliesst. Der Ofen ist mit sechs Thüröffnungen *o o* versehen, von denen sich drei auf der Abstichseite und eine gleiche Anzahl auf der Rückseite befinden. Die zu verhüttenden Erze werden durch eine verschliessbare, trichterförmige Oeffnung *T* auf den Herd des Ofens gebracht. Gewöhnlich werden jedesmal 16 Ctr. Bleischliche eingetragen und in einer Zeit von 6—7 Stunden verarbeitet. Der Aufwand an Steinkohlen beträgt, dem Gewichte nach, ungefähr die Hälfte des Gewichtes der Erze. Das Erz wird gleichmässig über den Herd ausgebreitet. Hierauf verschliesst man die Thüren des Ofens, damit dieser allmälig sich erwärme. Nach zwei Stunden öffnet man wieder, bis der den Ofen erfüllende Rauch verschwunden ist. Dann schliesst man aufs Neue und giebt ein starkes Feuer. Später werden die Thüren zum zweiten Male geöffnet und das Erz abwechselnd durch die eine und die andere Seitenöffnung des Ofens umgerührt. Die Masse wird nun teigig und das Blei rinnt von allen Seiten ab. Man setzt die Arbeit des Umrührens etwa eine Stunde lang fort und dann fängt die Masse an, in einen fast flüssigen Zustand überzugehen. Diese Neigung zum Flüssigwerden befördert man durch Zusätze von Flussspath. Sobald sie vollkommen dünnflüssig ist, lässt man die oberste Schlacke abfliessen. Man bringt diese Schlacke durch Begiessen mit Wasser zum Erstarren. Man nennt sie weisse Schlacke; sie ist von weisser oder lichtgrauer Farbe, hat ein emailähnliches Aussehen und enthält oft bis zu 22 Proc. schwefelsaures Bleioxyd. Durch die mittlere Thür wird dann Steinkohlenklein geworfen, um die auf dem Metalle zurückgebliebene zähflüssige und noch reichhaltige Schlacke zum Erstarren zu bringen. Zuletzt wird die Stichöffnung aufgemacht und das Blei in den Stichtiegel abgestochen.

Fig. 27.



Werkblei. Das durch die Niederschlags- oder durch die Röstarbeit gewonnene Blei heisst Werkblei und enthält Silber, Kupfer, Antimon u. s. w. Um das Silber aus demselben abzuscheiden, unterwirft man das Werkblei der Entsilberung, entweder auf dem Treibherde oder durch Pattinsoniren (siehe Silber). — Die durch den Treibprocess entstandene Bleiglätte wird entweder als solche verwerthet oder

Frischprocess. durch den Frischprocess zu metallischem Blei reducirt. Das Frischen geht in Flammenöfen vor sich, auf deren Herden man die Bleiglätte mit Kohlen schichtet. Das auf diesem Wege gewonnene Blei enthält häufig Kupfer, Antimon auch wohl etwas Silber. Es ist daher minder weich (Hartblei) als das aus reiner Glätte dargestellte Blei (Weichblei).

Eigenschaften des Bleies. Das Blei, wie es als raffinirtes und pattinsonirtes Blei im

Handel vorkommt, zeigt eine eigenthümlich lichtgraue Farbe. Es ist wenig geneigt, krystallinisches Gefüge anzunehmen und zeigt auf der Bruchfläche ein gleichartiges geschmolzenes Ansehen. Das Blei zeichnet sich durch Weichheit und Biegsamkeit aus, daher es einen ziemlich hohen Grad von Dehnbarkeit, aber nur geringe absolute Festigkeit besitzt. Frisch geschabt oder geschnitten zeigt es einen starken Glanz, der aber an der Luft sich bald verliert. An den Händen, auf Papier und auf leinenen Zeugen färbt es stark ab. Die Härte wird durch Bearbeitung nicht merklich erhöht. Sein spec. Gew. = 11,37. Ein Kubikfuss Blei wiegt daher über 600 Pfd. Das aus den Erzen dargestellte Blei ist fast immer mehr oder weniger mit anderen Metallen verunreinigt. Gewöhnliche Verunreinigungen sind Kupfer und Antimon, selten kleine Quantitäten von Arsenik und Zink, noch seltener Eisen. Eine andere häufige Verunreinigung des Bleies ist die mit Bleioxyd, von dem geringe Mengen dem Metalle mechanisch beigemengt sind. Durch diese Beimengung vermindert sich die Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit beträchtlich, dagegen widersteht ein so verunreinigtes Blei stärker der Kraft, mit der es zusammengedrückt wird. Wenn demnach das Blei zum Tragen von Lasten Verwendung finden soll, ist die Verunreinigung mit Oxyd vortheilhaft. Kommt dagegen die Dehnbarkeit in Betracht, wie bei der Herstellung von Bleiblech, so ist beim Verschmelzen die Bildung des Oxydes zu verhüten. Das Blei gehört zu den leichtflussigen Metallen, es schmilzt schon bei 332°; es erstarrt ruhig und mit eingesenkter Oberfläche. Bis fast zum Schmelzpunkt erhitzt, wird es spröde und bricht durch starkes Hämmern in Stücke. Bei starker Weissglühhitze geräth es bei Abschluss der Luft in eine kochende Bewegung und verdampft. Das Blei lässt sich nur schwierig feilen, indem die Feilspäne ihrer Weichheit wegen die Vertiefungen der Feile verstopfen. Das Blei nimmt höchstens 1,5 pCt. Zink und 0,07 pCt. Eisen auf, dagegen um so mehr Kupfer, je höher die Temperatur ist.

Anwendung des metallischen Bleies.

Die Anwendung des Bleies ist eine sehr vielfältige. Man benutzt es in der Form von Bleiplatten zu Siedepfannen für Schwefelsäure, Vitriol und Alaun, zu Bleikammern bei der Fabrikation der englischen Schwefelsäure, ferner zu Röhren, Retorten, in dünnen Folien zum Einwickeln des Schnupftabaks (Tabakblei), zur Fabrikation des Schrots, zum Giessen von Kugeln, zu Legirungen, bei hüttenmännischen Processen zum Ausbringen gewisser Metalle, wie des Silbers und Goldes, zur Darstellung des Bleizuckers, der Mennige und des Bleiweisses.

Schrotfabrikation.

Der Flintenschrot ist bezüglich seiner Herstellung insofern interessant, als man sich dabei keiner Giessform bedient, da er in der That aus erstarrten Bleitropfen besteht.

Die Schrotfabrikation begreift fünf verschiedene Operationen:
1) das Schmelzen des Bleies;
2) das Körnen des geschmolzenen Metalles;
3) das Sortiren der Bleikörner nach ihrer Grösse;
4) die Sonderung der unregelmässig geformten Schrotkörner von den runden;
5) das Scheuern und Glätten der Körner.

Reines Blei wird in der Schrotfabrikation nicht angewendet, sondern stets mit geringen Quantitäten Arsenik legirt, wodurch es die Eigenschaft erhält, sich leichter körnen zu lassen. Die Menge des zuzusetzenden Arseniks richtet sich nach der Qualität des angewendeten Bleies. Gewöhnlich setzt man 0,3 — 0,8 pCt. Arsenik hinzu. Zu viel Arsenik bewirkt eine linsenförmige Abplattung der Körner, zu wenig eine länglichrunde Form. Man setzt das Arsenik entweder in Natur, oder als Schwefelarsenik oder arsenige Säure zu.

Setzt man das Arsenik als arsenige Säure zu, so bedeckt man die Oberfläche

des geschmolzenen Bleies mit Kohlenstaub und steigert die Hitze sofort bis zur Rothglut. Das Arsenik wird in grobes Papier gewickelt in einem eisernen Drahtkorbe in das geschmolzene Blei eingetragen und gut umgerührt. Zum Körnen des Bleies bedient man sich Blechkessel mit flachem Boden (Schrotform), die siebartig mit runden Löchern von gleichem Durchmesser versehen sind. Wollte man das Blei einfach in die Schrotform giessen, so würden sich weit mehr ovale, als runde Körner bilden. In der Form muss sich daher eine poröse Masse befinden, welche sich fest an die Wände anlegt und das flüssige Blei in einer Temperatur erhält, dass es weder zu leicht noch zu schwierig durch die Poren fliesst. Dazu eignet sich das von dem geschmolzenen Metalle abgeschöpfte Gekrätz. Indem sich das flüssige Metall durch das Gekrätz einen Weg brechen muss und in einzelnen Tropfen durch die Formlöcher fliesst, nimmt es während des freien Falles, wie die Tropfen jeder anderen Flüssigkeit, Kugelgestalt an. Die Temperatur des geschmolzenen Bleies richtet sich nach der Schrotnummer, bei grobem Schrot muss sie so sein, dass ein hineingehaltener Strohhalm kaum gebräunt wird. Man erbaut eigene hohe thurmartige Gebäude, auf deren Höhe sich die Schrotform befindet. Statt der Thürme kann auch ein tiefer Brunnen oder Schacht dienen. Die während des Herabfallens erstarrten Schrotkörner werden in einem Gefässe mit Wasser aufgefangen, welches auf 100 Th. 0,025 Th. Schwefelnatrium gelöst enthält, um durch Bildung eines dünnen Ueberzugs von Schwefelblei die Oxydation der Schrotkörner an der Luft zu verhindern.

Nach einem durchaus verschiedenen Principe wird der sogenannte Centrifugalbleischrot dargestellt. Man dreht nämlich eine horizontale Scheibe, welche auf einer vertikalen Spindel befestigt und mit einer siebartig durchlöcherten Seitenwand aus Messingblech versehen ist, mit einer Randgeschwindigkeit von 1000 Fuss per Minute und giesst die geschmolzene Bleilegirung auf dieselbe. Das Metall wird durch die Löcher der Seitenwand in Folge der Centrifugalkraft in regulären, glänzenden, gleichgrossen Körnern auf einen um die Scheibe kreisförmig angebrachten Schirm aus Leinwand geworfen, ohne dass dieselben oval oder cylindrisch werden. Die gleichfalls in Centrifugalbewegung versetzte und sich mit grosser Geschwindigkeit erneuernde Luftmasse bringt die Körner zum Erstarren, noch ehe sie den Leinwandschirm berühren.

Die beim Durchgehen durch eine und dieselbe Schrotform entstehenden Körner sind nicht von gleicher Grösse. Man sortirt sie deshalb durch Siebe mit kreisrunden Löchern. Sind die Schrotkörner nach der Grösse sortirt, so müssen auch noch diejenigen abgesondert werden, welche nicht vollkommen rund sind oder andere Fehler haben. Zu diesem Zwecke bedient man sich einer etwas gegen den Horizont geneigten und mit Randleisten versehenen langen Tafel, an deren Seiten Rinnen angebracht sind, und welche in horizontaler Richtung hin- und herbewegt wird. Die runden Körner fallen in einen Kasten, der zu ihrer Aufnahme bereit steht, während die fehlerhaften, birnförmigen Schrote entweder liegen bleiben oder seitwärts in die Rinne und von da in einen besonderen Kasten laufen. Die letzte Operation ist das Scheuern und Glätten. Zu dem Ende giebt man sie nebst Graphit (auf 100,000 Th. Schrot 6 Th. Graphit) in die Scheuertonne, die sich um eine eiserne horizontale Axe bewegt, und lässt so lange rotiren, bis der Schrot den erforderlichen Grad von Glätte und Glanz erlangt hat. Anstatt des Graphits hat man in England Quecksilber oder Zinnamalgam zum Ueberziehen der Schrotkörner angewendet, wodurch die Körner einen vorübergehenden weissen Glanz annehmen; das Quecksilber erhöht jedoch die Fabrikationskosten, ohne das Fabrikat zu verbessern. Wenn eine weisse oder bronzeähnliche Farbe der Schrotkörner verlangt würde, möchte es zweckmässiger sein, beim Glätten anstatt des Graphits Bronze-

pulver in die Scheuertonne zu geben. Der Bleiverlust in der Schrotfabrikation beträgt gegen 2 pCt.

Gewöhnlich werden zehn verschiedene Schrotkaliber gefertigt und zwar von Nr. 0, dem gröbsten, bis zu Nr. 9 oder 10, dem feinsten. Die kleinsten Körner führen den Namen Vogeldunst.

Legirungen des Bleies. Von den Legirungen des Bleies sind zu erwähnen das Schnellloth der Klempner (gleiche Theile Blei und Zinn), die Legirung zu Orgelpfeifen (nach einer Analyse von Erdmann 96 Th. Blei und 4 Th. Zinn), die Legirung der Weissgiesser (Blei, Antimon und Zinn), die Legirung zu Schiffsnägeln (3 Th. Zinn, 2 Th. Blei, 1 Th. Antimon), das Calain der Chinesen, aus welchem die Folien zum Ausfüttern der Theekisten verfertigt werden (126 Th. Blei, 17,5 Th. Zinn, 1,25 Th. Kupfer und eine Spur Zink); andere Legirungen zu Lettern und zu der Chemitypie siehe unten.

Bleiglätte. Das Bleioxyd PbO findet in der Industrie Anwendung in zweierlei Gestalt, entweder als Massicot oder als Bleiglätte.

Das Massicot (gelbes Bleioxyd) ist ein gelbes Pulver, häufig mit einem Stich ins Röthliche, welches entweder durch Erhitzen von kohlensaurem oder salpetersaurem Bleioxyd, oder durch Calcination von Blei auf einem Flammenherd gewonnen wird. Vor dem Bekanntwerden des chromsauren Bleioxydes wurde es als gelbe Malerfarbe angewendet. Es schmilzt in der Rothglühhitze leicht zu einer glasartigen Masse, dem Bleiglas, welches indessen in den meisten Fällen ein Gemisch von geschmolzenem Bleioxyd mit kieselsaurem Bleioxyd ist. Die Bleiglätte wird als Hüttenprodukt bei dem Silberverhüttungsprocesse gewonnen. Sie enthält stets grössere oder geringere Mengen von Kupferoxyd, etwas Antimonoxyd, auch kleine Mengen von Silberoxyd. Durch Digestion mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak kann sie von dem beigemengten Kupferoxyd befreit werden. Das Bleioxyd absorbirt aus der Luft Kohlensäure, in geschmolzenem Zustande verbindet es sich leicht mit der Kieselerde und den Silicaten und bildet mit den letzteren leicht schmelzbare Gläser. Es löst sich in Essigsäure, Salpetersäure, sehr verdünnter Salzsäure, es löst sich ferner in Kali- und Natronlauge durch Kochen auf. In kohlensaurem Ammoniak, kohlensaurem Kali und Natron ist es unlöslich. Es findet Anwendung in der Glasfabrikation zur Darstellung von Krystallglas, Flintglas und Strass, in der Potterie zu Glasur und als Fluss in der Porcellan- und Glasmalerei, zur Bereitung von Lein- und Mohnölfirniss, von Bleipflaster (ölsaurem Bleioxyd), von Kitt, Mennige und essigsaurem Bleioxyd. Eine Lösung von Bleioxyd in Kali- oder Natronlauge (Kali- oder Natronplumbat) dient zum Schwarzfärben von Horn (namentlich in der Kammfabrikation, um gewöhnlichem Horn das Aussehen von Büffelhorn oder, örtlich angewendet, von Schildkrot zu geben) und von Haaren (zu diesem Behufe nur in sehr verdünnter Lösung anwendbar), sowie in der Metallochromie.

Mennige. Die Mennige, Minium, ist keine eigenthümliche Oxydationsstufe des Bleies, sondern eine Verbindung von Bleiglätte (PbO) mit Bleisuperoxyd (PbO_2)*). Man stellt die Mennige dar, indem man, wie z. B. zu Villach, Bleioxyd in einem Ofen bei Luftzutritt erhitzt. Der zu diesem Zwecke dienende Ofen ist ein Flammenofen, dessen Herd mit Ziegelsteinen gepflastert ist; auf diesen Herd bringt man das Bleioxyd, in die Feuerungsräume das Brennmaterial, dessen Flamme über den Herd schlägt und durch den Schornstein entweicht. Der Luftzug darf

*) Die Zusammensetzung der Mennige wird ausgedrückt nach Dumas durch PbO_2, 2 PbO; nach Winkelblech durch Pb_2O_3, PbO; nach Longchamp durch Pb_2O_3, 4 PbO; nach Houtton und Mulder durch Pb_4O_5.

nur ein sehr geringer sein, da ausserdem das Bleioxyd schmelzen und in Bleiglätte übergehen würde, welche nicht zu Mennige oxydirt werden kann. Während des Erhitzens wird fortwährend umgerührt. Häufig erzeugt man die Mennige aus Bleioxyd, das man aus metallischem Blei in dem Flammenofen selbst dargestellt hat; es geschieht dies z. B. in der Fabrik von Bigaglia in Venedig, in welcher man an den heissen Stellen des Ofens Blei in Massicot, an den weniger heissen letzteres unter Umrühren in Mennige verwandelt. Die reinste Mennige erhält man durch Glühen von kohlensaurem Bleioxyd in einem Flammenofen; sie führt den Namen Pariser Roth. Man benutzt die Mennige zur Fabrikation des Bleiglases, zur Darstellung von Kitt für Glasröhren und Dampfleitungsröhren und als Farbenmaterial, als Wasser- und als Oelfarbe und ist in beiden Fällen von grosser Deckkraft u. s. w.

Bleisuperoxyd. Durch Behandeln der Mennige mit Salpetersäure erhält man das Bleisuperoxyd als braunes Pulver, welches bei der Fabrikation der Zündwaaren in grosser Quantität Anwendung findet, obgleich man hierzu das auf nassem Wege aus Bleizucker und Chlorkalk dargestellte Superoxyd vorzieht. — Das, was man in den Zündholzfabriken oxydirte Mennige nennt, ist ein zur Trockne gebrachtes Gemisch von Salpetersäure mit Mennige und besteht aus salpetersaurem Bleioxyd, Bleisuperoxyd und unzersetzter Mennige.

Verbindungen des Bleioxydes. Von den Verbindungen des Bleioxydes, die in den Gewerben Anwendung finden, sind zu erwähnen:

das essigsaure Bleioxyd (der Bleizucker),
das chromsaure Bleioxyd (das Chromgelb),
das kohlensaure Bleioxyd (das Bleiweiss).

Essigsaures Bleioxyd. Das essigsaure Bleioxyd oder der Bleizucker ($C_4\,H_3\,Pb\,O_4$, 3 HO) besteht in 100 Theilen aus:

58,71 Bleioxyd,
27,08 Essigsäure,
14,21 Wasser,

krystallisirt in vierseitigen Säulen, die sich in 1,66 Th. Wasser und 8 Th. Alkohol lösen; beim Erhitzen zerlegt es sich in kohlensaures Bleioxyd, das zurückbleibt und in sich verflüchtigendes Aceton. Mit Schwefelsäure bildet es schwefelsaures Bleioxyd und Essigsäure. Man stellt es dar, indem man Bleiglätte oder besser noch Massicot in bleiernen oder verzinnten kupfernen Pfannen, mit destillirtem Essig oder Holzessig behandelt, die geklärte Flüssigkeit abdampft und in Porcellanschalen oder hölzernen Kästen krystallisiren lässt. Aus 100 Th. Bleiglätte erhält man 150 Th. Bleizucker. Man wendet denselben in der Färberei, zur Bereitung der essigsauren Thonerde (Rothbeize), bei der Firnissbereitung und zur Darstellung von Farbematerialien, namentlich von Bleiweiss und Chromgelb an. Von dem dreibasisch essigsauren Bleioxyd (dem Bleiessig) wird bei der Bleiweissfabrikation die Rede sein.

Chromsaures Bleioxyd. Chromsaures Bleioxyd. Den Ausgangspunkt für das chromsaure Bleioxyd und für alle Chrompräparate bildet der Chromeisenstein, der wesentlich aus Eisenoxydul und Chromoxyd (FeO, $Cr_2\,O_3$) besteht, also ein

Chromeisenstein. Magneteisenstein ist, in welchem das Eisenoxyd durch das isomorphe Chromoxyd ersetzt ist. Eben so findet sich häufig ein Theil des Chromoxydes durch Thonerde und Eisenoxyd, ein Theil des Eisenoxydules durch Magnesia und Chromoxydul vertreten. Es ist eisengrau bis pechschwarz. Von dem Gehalte an Chromoxyd ist der Werth des Chromeisensteins abhängig. Der von Baltimore eingeführte enthält 60 pCt., der steiermärkische 55 pCt., der französische nur 35 pCt. Chromoxyd.

Chromsaures Kali. Das chromsaure Kali. a) Neutrales oder gelbes chromsaures Kali $KO, Cr O_3$ wird dargestellt, indem man gemahlenen und geschlämmten Chromeisenstein mit Potasche und Salpeter gemengt auf der Sohle eines Flammenofens schmilzt. Durch den Sauerstoff des Salpeters werden Chromoxyd und Eisenoxydul höher oxydirt, ersteres zu Chromsäure. Aus der zerstossenen Masse zieht man durch Kochen mit Wasser das gebildete chromsaure Kali, unzersetzt gebliebenes kohlensaures Kali und etwas Kalialuminat und Kalisilicat aus. Die Lösung wird durch Holzessig zersetzt, wodurch Thonerde und Kieselerde zu Boden fallen, und darauf bis zum Erscheinen einer Salzhaut abgedampft. Das neutrale chromsaure Kali krystallisirt in citronengelben undurchsichtigen Säulen heraus, die sich leicht in Wasser, nicht aber in Alkohol lösen und grosse Neigung zeigen, in chromsaures Kali überzugehen. Schwefelsäure und Salpetersäure verwandeln es sogleich in diese Verbindung ($2\ KO, CrO_3 + SO_3 = KO, 2\ CrO_3 + KO, SO_3$). b) Das saure oder rothe chromsaure Kali krystallisirt in wasserfreien, morgenrothen Prismen, die sich in 10 Th. Wasser lösen. Die Lösung wirkt in hohem Grade ätzend. Bei starkem Erhitzen entwickelt es Sauerstoff, während Chromoxyd und neutrales chromsaures Kali zurückbleibt. Man stellt dieses Salz durch Behandeln der neutralen Verbindung mit Salpetersäure oder Schwefelsäure dar. Salpetersäure ist vorzuziehen, weil man hier neben dem chromsauren Kali den leicht zu verwerthenden Salpeter erhält, welcher in der Mutterlauge bleibt, nachdem das chromsaure Kali durch Krystallisation ausgeschieden worden ist.

Jacquelain hat in der neueren Zeit empfohlen, das Kalksalz als Ausgangspunkt zur Darstellung der chromsauren Salze zu benutzen; er schlägt vor, Chromeisenstein mit Kreide unter häufiger Erneuerung der Oberfläche zu glühen, die fein gemahlene Masse in heissem Wasser zu vertheilen und unter stetem Umrühren Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction zuzusetzen. Das Kalksalz, welches nach dem Glühen einfach chromsaurer Kalk war, ist nach dem Behandeln mit Wasser und Schwefelsäure in zweifach chromsauren Kalk übergegangen. Ausser dieser Verbindung enthält die Lösung noch etwas schwefelsaures Eisenoxyd, das mittelst Kreide gefällt wird. Die Lösung enthält nur noch zweifach chromsauren Kalk und etwas Gyps. Das zweifach chromsaure Kali lässt sich aus diesem Salze einfach darstellen, indem man eine Lösung von kohlensaurem Kali auf zweifach chromsauren Kalk einwirken lässt, es bildet sich kohlensaurer Kalk, während die Lösung des zweifach chromsauren Kalis zum Krystallisiren abgedampft wird.

Tilghmann schlägt vor, gepulverten Chromeisenstein mit 2 Th. Kalk und 2 Th. schwefelsaurem Kali gemengt, 18 — 20 Stunden lang in einem Flammenofen zu glühen. Eine andere von demselben vorgeschlagene Methode besteht darin, Chromeisenstein mit Feldspathpulver und Kalk zu glühen.

Nach Swindells soll man den Chromeisenstein mit einem gleichen Gewicht Chlornatrium oder Chlorkalium gemengt, in einem Flammenofen bis zur angehenden Weissglühhitze unter fortwährendem Darüberleiten von stark erhitzten Wasserdämpfen erhitzen. Es entsteht chromsaures Natron oder Kali.

Chromsaures Bleioxyd. Man unterscheidet dreierlei Verbindungen der Chromsäure mit dem Bleioxyd, nämlich neutrales chromsaures Bleioxyd (Chromgelb), basisches (Chromroth) und ein Gemenge von neutralem mit basischem (Chromorange).

Das neutrale chromsaure Bleioxyd oder Chromgelb $Pb O, Cr O_3$ stellt man auf zweierlei Weise dar: entweder 1) durch Niederschlagen von chromsaurem Kali mit essigsaurem Bleioxyd oder 2) aus schwefelsaurem Bleioxyd oder Chlorblei. Nach der ersten Methode stellt man zunächst eine Bleiauflösung dar, wozu man sich kleiner Holzbottiche bedient, die terassenförmig geordnet sind. Man füllt die Bottiche mit gekörntem Blei, schliesst die Hähne und gibt in den obersten Bottich eine Füllung von Essig. Nach etwa 10 Minuten öffnet man den Hahn am Boden und lässt die Flüssigkeit in den zweiten, von da in den dritten und vierten

Bottich laufen. Der Essig kommt in dem Sammelbottich an, ohne erhebliche Bleimengen aufgenommen zu haben. Es soll auch durch diese erste Operation das Blei nur benetzt und zur Oxydation geneigt gemacht werden. Die Bottiche bleiben ohne Essigfüllung stehen, bis das Blei sich mit einem bläulich weissen Häutchen bedeckt. Der oberste Bottich erhält dann seine Essigladung; nach $^1/_2$—1 Stunde erfolgt die Entleerung des Essigs in den zweiten Bottich u. s. f., bis die gesättigte Bleilösung, basisch essigsaures Bleioxyd enthaltend, unten im Sammelbottich anlangt. Zum Behufe der Chromgelbfabrikation wird die Lauge mit soviel Essig versetzt, dass sie eben sauer zu reagiren beginnt und dann zum Abklären in einen grösseren Laugenbottich gebracht. In einem zweiten Laugenbottich hält man sich eine Auflösung von 50 Pfund zweifach chromsaurem Kali in 500 Liter Wasser vorräthig. Man giesst von der Bleilauge so lange in die Chromlösung, als noch in letzterer ein Niederschlag erfolgt, wäscht den Niederschlag aus, versetzt ihn, wenn eine ordinäre Sorte Chromgelb hergestellt werden soll, mit Gyps, Schwerspath oder auch Permanentweiss (künstlicher schwefelsaurer Baryt) und trocknet ihn. Nach Liebig stellt man Chromgelb aus dem schwefelsauren Bleioxyd, welches in grosser Menge aus den Kattundruckereien zu erhalten ist, dar, indem man dasselbe mit einer warmen Lösung von gelbem chromsaurem Kali digerirt. Je nachdem grössere oder geringere Mengen des schwefelsauren Bleioxydes in chromsaures übergeführt wurden, entstehen mehr oder weniger hellgelbe Farben. Nach Habich giebt es zwei Doppelverbindungen von chromsaurem mit schwefelsaurem Bleioxyd, welche den Formeln $Pb\,O, Cr\,O_3 + Pb\,O, SO_3$ und $Pb\,O, Cr\,O_3 + 2\,Pb\,O, SO_3$ entsprechen. Die erste derselben bildet sich, wenn eine Lösung von rothem chromsaurem Kali mit der entsprechenden Menge Schwefelsäure versetzt und mit der Bleilösung gefällt wird. Die zweite Verbindung entsteht, wenn der Schwefelsäurezusatz etwa um das Doppelte erhöht wird. Sie zeigt dieses Aufquellen im feuchten Zustande nicht, sondern bildet nach dem Trocknen eine feurige, fast schwefelgelbe Farbe von feurigem Bruche.

Nach Anthon erhält man ein schönes Chromgelb, wenn man 100 Th. frischgefälltes Chlorblei mit einer Lösung von 27 Th. zweifach chromsaurem Kali digerirt.

Chromroth. Das basisch chromsaure Bleioxyd oder Chromroth (Chromzinnober, österreichischer Zinnober), $2\,Pb\,O, Cr\,O_3$ ist eine rothe Farbe, welche in neuerer Zeit vielfach als Anstreichfarbe angewendet wird, und entsteht aus dem neutralen chromsauren Bleioxyd dadurch, dass man demselben die Hälfte seiner Chromsäure durch Kali, entweder durch Schmelzen mit Salpeter oder durch Kalilauge entzieht.

Nach Liebig und Wöhler stellt man das Chromroth dar, indem man Salpeter (am zweckmässigsten ein Gemenge nach gleichen Theilen von Kali- und Natronsalpeter) bei ganz schwacher Glühhitze zum Schmelzen bringt und nach und nach in kleinen Antheilen reines Chromgelb einträgt. Die Masse im Tiegel wird mit Wasser ausgezogen und das sich abscheidende Chromroth nach gutem Auswaschen getrocknet. Das so erhaltene Chromroth ist von prächtig zinnoberrother Farbe und besteht aus lauter glänzenden Krystallpartikelchen. Auf nassem Wege stellt man nach Dulong das Chromroth durch Fällen von essigsaurem Bleioxyd mit einer Lösung von chromsaurem Kali, zu welchem Kali gesetzt worden ist, dar. Alle Chromrothe, von dem dunkelsten Zinnoberroth bis zur matten Mennigfarbe, unterscheiden sich von einander nur durch die Grösse der Krystalle, aus welchen das Pulver besteht. Zerreibt man nämlich Chromroth von der verschiedensten Dunkelheit zu einem gleichförmig feinen Pulver, so resultirt bei allen ein Produkt von gleicher Dunkelheit und die brillante mit dem Zinnober wetteifernde Farbe ist verschwunden. Soll demnach ein Chrom-

roth von grosser Farbentiefe hergestellt werden, so muss man der Krystallbildung Vorschub leisten und insbesondere jede Störung derselben durch Umrühren u. s. w. vermeiden.

Gemenge von neutralem und basisch chromsaurem Bleioxyd kommen in verschiedenen Nüancen unter dem Namen Chromorange in den Handel. Man erhält sie durch Fällen von basisch essigsaurem Bleioxyd (Bleiessig) mit chromsaurem Kali, durch Kochen von Chromgelb mit Kalkmilch, oder endlich durch Behandeln von Chromgelb mit einer zur Ueberführung in Chromroth nicht hinreichenden Menge Kali Anthon empfiehlt zur Darstellung von Chromorange 100 Th. Chromgelb mit 55 Th. kohlensaurem Kali oder 12—18 Th. Aetzkalk zu Kalkmilch gelöscht, zu behandeln.

Chromoxyd. Das Chromoxyd Cr_2O_3, das in der Glasfärberei, Porcellan- und Glasmalerei unter dem Namen Chromgrün vielfache Anwendung findet, wird auf verschiedene Weise dargestellt. Am schönsten und in einem Zustande, der in technischer Beziehung allen Anforderungen entspricht, erhält man es durch Glühen von chromsaurem Quecksilberoxydul ($2\,Hg_2O, CrO_3 = Cr_2O_3 + 5\,O + 4\,Hg$). Leider ist die Darstellungsart zu complicirt und zu kostspielig, um im Grossen angewendet zu werden. Lassaigne schlägt vor, gleiche Aequivalente von neutralem kohlensauren Kali und Schwefel zu glühen, und die geglühte Masse mit Wasser auszuziehen ($2KO, CrO_3 + 2\,S = KS + KO, SO_3 + Cr_2O_3$). Nach Wöhler mischt man neutrales chromsaures Kali mit Salmiak, glüht und laugt mit Wasser aus, wobei das Chromoxyd zurückbleibt. Chromoxydhydrat kommt seit einiger Zeit als Ersatzmittel des Schweinfurter Grün unter den Namen Mittlergrün, Smaragdgrün, Pannetiers Grün, Vert-Guignet im Handel vor. — Das Chromchlorid, am besten durch Zersetzen von Schwefelchrom mit Chlor dargestellt, ist eine in violetten Blättchen krystallisirende, glänzende, glimmerartige Masse, die als Farbematerial, besonders in der Buntpapierfabrikation Anwendung finden kann.

Bleiweiss. Das Bleiweiss oder kohlensaure Bleioxydhydrat wird auf verschiedene Weise dargestellt. Man unterscheidet die holländische, französische und englische Methode. Die holländische Methode der Bleiweissfabrikation ist auf die Erscheinung begründet, dass metallisches Blei in Berührung mit Essigdämpfen, Kohlensäure und Sauerstoff bei geeigneter Temperatur in Bleiweiss verwandelt wird. Die Mittel, nach dieser Methode Bleiweiss zu fabriciren, sind verschieden. In Holland und Belgien, auch in einigen deutschen Fabriken, wird das Blei in dünnen, spiralförmig gewundenen Blechen in irdene, inwendig glasirte Töpfe gesetzt, auf deren Boden sich ordinärer mit Bierhefe gemischter Essig befindet; die Töpfe werden mit Bleiplatten bedeckt und in Pferdemist eingegraben. Ein derartig vorgerichtetes Mistbad wird Looge genannt. Durch die in dem Pferdemiste eintretende Gährung wird die Temperatur erhöht, der Essig verdampft und giebt dadurch unter Mitwirkung des Sauerstoffs zur Bildung von basisch essigsaurem Bleioxyd Anlass. Durch die in dem gährenden Miste erzeugte Kohlensäure wird das basisch essigsaure Bleioxyd ($C_4H_3O_3 + 3\,PbO$) zersetzt in Bleiweiss und neutrales essigsaures Bleioxyd. In den meisten Fabriken Deutschlands und namentlich Oesterreichs (so zu Klagenfurt und Wolfsberg in Kärnthen) hat man den Gebrauch des Düngers gänzlich beseitigt. Man könnte diese Methode der Bleiweissdarstellung die deutsche oder österreichische nennen. Anstatt der Töpfe werden geheizte Kammern benutzt, in denen der Länge nach in mehrfachen Reihen über einander Latten sich befinden, über welche die Bleiplatten, dachförmig gebogen, gehängt werden. Der Boden der Kammern ist mit einer Schicht Lohe, Früchten, Weinlager, faulenden Stoffen u. s. w. bedeckt,

Bleiweissfabrikation nach der holländischen Methode.

durch welche Essig langsam durchsickert. Rationeller ist folgende Einrichtung: Der Boden der Kammern ist eine mit durchlöcherten Dielen bedeckte Kufe, in welcher sich erwärmter Essig befindet. Durch die Oeffnungen der Dielen gelangen die Essigdämpfe in die Kammern. In allen diesen Fällen werden die Bleibleche von ihrer Oberfläche aus nach innen zu, allmälig in Bleiweiss verwandelt. Dieses Rohprodukt wird von dem Gehalte an essigsaurem Bleioxyd durch Auswaschen von dem unangegriffenen, metallischen Blei durch Schlämmen befreit und kommt dann erst als reines Bleiweiss in den Handel. Eine jetzt in England gebräuchliche Modification der holländischen Bleiweissfabrikation besteht darin, dass man das feingekörnte, mit 1—1,5 pCt. Essig befeuchtete Blei in die, vom Boden aus mit Dampf auf ungefähr 35° erwärmten Fächer eines hölzernen Kastens bringt, in welchen ein Strom von Kohlensäure und hinreichend Dampf geleitet wird, um die Atmosphäre im Innern und das Blei eben feucht zu halten. Nach 10—14 Tagen ist die Umwandlung vollendet. Das rohe Bleiweiss wird wie gewöhnlich gewaschen und geschlämmt.

Nach der englischen Methode.

Nach der englischen Methode wird englisches Blei in einem Kessel geschmolzen, aus welchem es auf die Sohle eines grossen Flammenofens fliesst, zu welchem ein Gebläse fortwährend Luft führt. Das Blei zertheilt sich, bietet der Luft eine grosse Oberfläche dar und fliesst zu einer Rinne, deren Seitenwände mit kleinen Oeffnungen durchbohrt sind, durch welche die Bleiglätte abfliesst, während das schwerere Blei auf dem Boden der Rinne bleibt. Die fein zertheilte Beiglätte, welche man auf diese Weise erhält, wird mit $^1/_{100}$ ihres Gewichtes in Wasser aufgelösten Bleizuckers befeuchtet und hierauf in horizontale Tröge gebracht, die oben verschlossen sind und unter einander communiciren. In diesem Zustande wird durch die Bleiglätte ein Strom von unreiner Kohlensäure geleitet, die in einem Flammenofen durch Verbrennung von Koks erzeugt wird. Die Gebläse, welche den Flammenofen speisen, bringen einen hinreichenden Druck hervor, um das Gas durch Röhren, die durch kaltes Wasser abgekühlt werden, bis zu der Glätte zu treiben. Krücken, die durch eine Dampfmaschine bewegt werden, rühren das Oxyd beständig um, wodurch die Verbindung der Kohlensäure mit dem Oxyd begünstigt wird. Das auf diese Weise erhaltene Bleiweiss deckt sehr gut und wird von den Engländern dem auf nassem Wege erhaltenen vorgezogen.

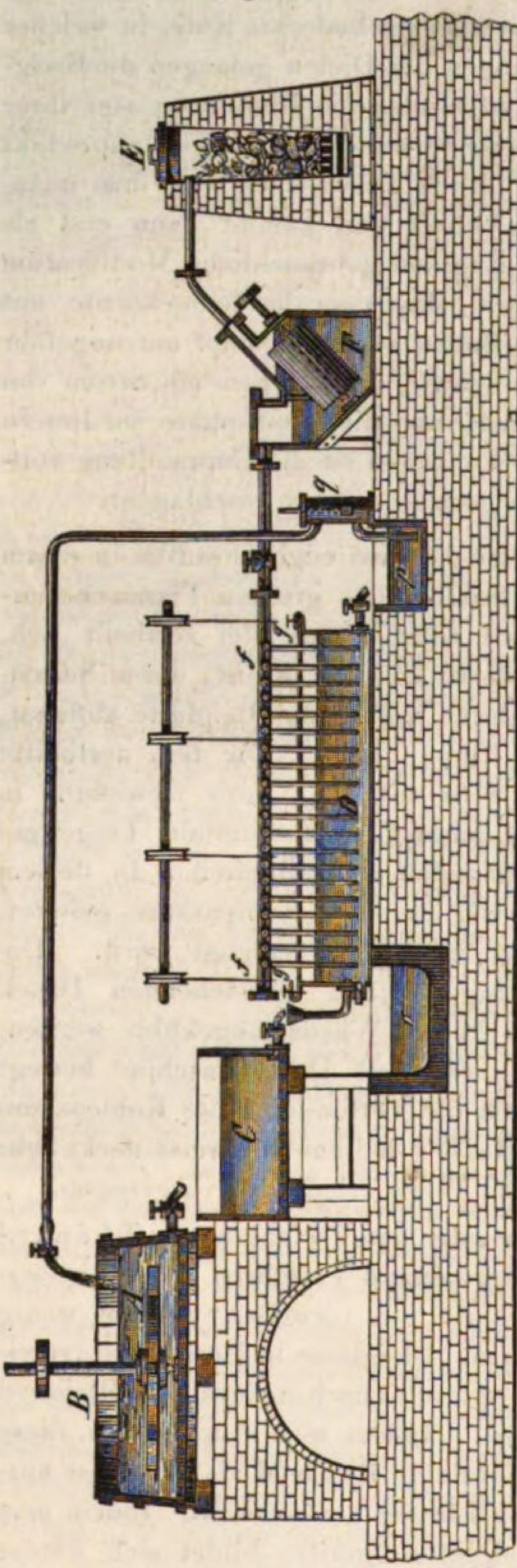
Bleiweissfabrikation nach der französischen Methode.

Die französische Methode oder das Verfahren von Thénard und Roard ist das bei weitem allgemeinere Verfahren der Bleiweissfabrikation. Da dasselbe auch das rationellste ist, so verweilen wir ein wenig länger bei demselben. Die Methode besteht darin, Bleiglätte in Essigsäure (rectificirtem Holzessig) aufzulösen, um eine Lösung von dreibasisch essigsaurem Bleioxyd (Bleiessig $= C_4\,H_3\,O_3 + 3\,PbO$) zu erzeugen. Indem man dann durch diese Lösung Kohlensäuregas leitet, werden zwei Aequivalente Bleioxyd als Bleiweiss ausgefällt, während neutrales essigsaures Bleioxyd in Lösung zurückbleibt. Indem man die zurückbleibende Lösung von Neuem mit Bleiglätte digerirt, bildet sich wieder dreibasisch essigsaures Bleioxyd, aus welchem durch Kohlensäure abermals zwei Aequivalente Bleioxyd als Bleiweiss ausgefällt werden.

Der Apparat der Bleiweissfabrikation zu Clichy.

In Clichy bei Paris stellt man auf normale Weise das Bleiweiss in folgendem Apparate durch Zersetzen des Bleiessigs (dreibasisch essigsauren Bleioxydes) mittelst Kohlensäure dar. In dem Bottich *A* (Fig. 28) bewirkt man die Auflösung von Bleiglätte in Essigsäure, welche durch den Rührer *B* beschleunigt wird; aus diesem Bottich fliesst die Lösung des dreibasisch essigsauren Bleioxydes in das aus verzinntem Kupferblech bestehende Reservoir *C*, in welchem

Fig. 28.



sich metallisches Blei, Kupfer und andere unlösliche Substanzen absetzen. Die klare Flüssigkeit fliesst aus *C* in den zur Zersetzung bestimmten Kasten *D*, der mit einem Deckel bedeckt ist, durch welchen 800 Röhren *g*, *g* bis ungefähr 32 Centimeter tief unter das Niveau der Flüssigkeit führen. Diese Röhren sind durch die gemeinsame grössere Röhre *f f* verbunden, welche wiederum mit dem Waschkasten *F* in Verbindung steht. In diesem Waschkasten sammelt und reinigt sich die Kohlensäure, welche in einem kleinen Kalkofen *E* durch die Zersetzung von $2^1/_2$ Maasstheilen Kreide und einem Maasstheile Koks unter Mitwirkung von atmosphärischer Luft erzeugt wird. Früher wurde die Kohlensäure durch Verbrennen von Holzkohle erzeugt. Nach Verlauf von 12—14 Stunden ist die Zersetzung beendigt. Man lässt die über dem Bleiweiss stehende klare Lösung von neutralem essigsauren Bleioxyd in den Kasten *p* und den Bodensatz in das Reservoir *o* fliessen. Vermittelst einer Pumpe *q* pumpt man die Lösung von dem neutralen essigsauren Bleioxyd in den Bottich *A* zurück und fängt die Operation von Neuem an. Das in dem Reservoir *o* befindliche Bleiweiss wird wiederholt mit Wasser gewaschen und das erste Waschwasser mit der Flüssigkeit in dem Bottich *A* vereinigt. Das ausgewaschene Bleiweiss wird getrocknet. Um Kohlensäuregas behufs der Bleiweissfabrikation wohlfeil darzustellen, ist vorgeschlagen worden, ein Gemenge von kohlensaurem Kalk, Kohle und Braunstein zu glühen ($CaO, CO_2 + C + 3\ MnO_2 = Mn_3O_4 + CaO + 2\ CO_2$); man verwendet wohl auch die Kohlensäure, die sich bei der Gährung der Bierwürze und Branntweinmaische entwickelt, oder man benutzt endlich, wo sich die Gelegenheit darbietet, das der Erde entströmende Kohlensäuregas, indem man es durch ein Pumpwerk aufsaugt und durch Röhren dahin leitet, wo es benutzt werden soll. Bei Brohl in der Nähe des Laacher Sees wird auf diese Weise die Kohlensäure zur Bleiweissfabrikation benutzt.

Nach der jetzt nicht mehr gebräuchlichen Methode von Button und Dyer wird ein inniges Gemisch von schwach befeuchteter Bleiglätte mit einer geringen Menge Bleizuckerlösung in einen langen steinernen Trog gebracht und dann unter fortwährendem Durcharbeiten mittelst einer Maschine heisses Kohlensäuregas darüber geleitet. Ist alle Bleiglätte in Bleiweiss verwandelt, so wird die Masse gemahlen.

Bleiweiss aus schwefelsaurem Bleioxyd. Das schwefelsaure Bleioxyd (PbO, SO_3) wird in grosser Menge als Nebenprodukt bei verschiedenen chemischen Operationen, z. B. bei der Darstellung der essigsauren Thonerde aus Alaun und Bleizucker, oder bei der Essigsäure aus Bleizucker und Schwefelsäure, als werthloses Nebenprodukt erzeugt, das der schwierigen Reduction wegen bis jetzt nicht auf metallisches Blei verarbeitet werden und seines geringen Deckungsvermögens wegen auch nicht anstatt Bleiweisses Anwendung finden konnte. Seit einiger Zeit hat man in Frankreich angefangen, das schwefelsaure Bleioxyd durch kohlensaure Alkalien in Bleiweiss umzuwandeln. Man wendet zu diesem Zweck kohlensaures Ammoniak oder kohlensaures Natron an ($PbO, SO_3 + NH_4 O, CO_2 = PbO, CO_2 + NH_4 O, SO_3$). Payen empfiehlt diese Methode für Gegenden, in denen schwefelsaures Bleioxyd in Menge zu haben ist. Um das schwefelsaure Bleioxyd vortheilhaft auf metallisches Blei zu benutzen, wird dasselbe lufttrocken mit 67 pCt. Kreide, 12—16 pCt. Kohle und 37 pCt. Flussspath gemischt, in einem Ofen geschmolzen. Es wird hierbei zuerst kohlensaures Bleioxyd gebildet, das sodann durch die Kohle reducirt wird; auf der anderen Seite entsteht schwefelsaurer Kalk, mit welchem der Flussspath zu Schlacke zusammenschmilzt:

$$[PbO, SO_3 + CaO, CO_2 + 2\,C + n\,Fl\,Ca = Pb + 3\,CO + (CaO, SO_3 + n\,Fl\,Ca)].$$

Theorie der Bleiweissfabrikation. Abgesehen von der zuletzt erwähnten Darstellungsart des Bleiweisses aus dem schwefelsauren Bleioxyd, ist die Bleiweissbildung nach allen angeführten Methoden abhängig:

1) von der Bildung von dreibasisch essigsaurem Bleioxyd;
2) von der Zersetzung dieser Verbindung in neutrales essigsaures Bleioxyd und in Bleiweiss.

Betrachten wir das Bleiweiss als kohlensaures Bleioxyd, so lässt sich die Bleiweissbildung durch folgende zwei Formeln anschaulich machen:

$$1)\ \underbrace{C_4\,H_3\,O_3,\,HO}_{\text{Essigsäure}} + \underbrace{3\,PbO}_{\text{Bleioxyd}} = \underbrace{C_4\,H_3\,O_3,\,3\,PbO}_{\text{3 bas. essigs. Bleioxyd}} + HO.$$

$$2)\ \underbrace{C_4\,H_3\,O_3,\,3\,PbO}_{\text{3 bas. essigs. Bleioxyd}} + \underbrace{2\,CO_2}_{\text{Kohlensäure}} = \underbrace{2\,PbO,\,CO_2}_{\text{Bleiweiss}} + \underbrace{C_4\,H_3\,O_4,\,PbO.}_{\text{neutral. essigs. Bleioxyd.}}$$

Man sieht ein, dass eine beträchtliche Menge Bleiweiss durch eine verhältnissmässig geringe Menge von neutralem essigsauren Bleioxyd erzeugt werden kann. Die Bleiweisserzeugung würde auf diese Weise ohne Grenzen sein, wenn nicht das Bleiweiss eine gewisse Menge Bleizucker enthielte, wenn ferner bei der Fabrikation der Verlust an Essigsäure vermieden werden könnte.

Bleiweiss aus Chlorblei. Nach Tourmentin wird Bleiweiss mittelst basischen Chlorbleies (aus Kochsalz und Bleiglätte) dargestellt, indem man diese Verbindung mit Wasser umrührt, durch das Gemenge einen Strom Kohlensäuregas leitet und die Flüssigkeit in einen bleiernen Kessel mit Kreidepulver so lange kocht, bis sie filtrirt nicht mehr durch Schwefelammonium geschwärzt wird. Das gebildete Bleiweiss wird durch Waschen von dem Kochsalz befreit, geschlämmt und getrocknet.

Basisches Chlorblei als Surrogat des Bleiweisses. Das basische Chlorblei, das in der neueren Zeit von Pattinson als Ersatzmittel des Bleiweisses vorgeschlagen worden ist, wird dargestellt, indem man eine heisse Lösung von Chlorblei ($Pb\,Cl$), die im Kubikfuss $24^1/_3$ Loth enthält, mit einem gleichen Volumen gesättigten Kalkwassers vermischt. Es setzt sich sogleich ein weisser Niederschlag ($Pb\,Cl + PbO, HO$) ab, der getrennt, gewaschen und getrocknet wird. Das Chlorblei wird durch Zersetzen

von fein gemahlenem Bleiglanz in bleiernen Kesseln mit concentrirter Salzsäure dargestellt. Das sich hierbei entwickelnde Schwefelwasserstoffgas wird durch eine Röhre abgeleitet entzündet, und die Flamme in eine Schwefelsäurekammer geleitet, um auf diese Weise den Schwefel des Bleiglanzes zur Schwefelsäurefabrikation zu benutzen. Das Pattinson'sche Bleiweiss ist nicht ganz schneeweiss, sondern von einer etwas ins Bräunliche gehenden Farbe, welche aber in allen Fällen, wo das Bleiweiss mit etwas Schwarz oder Blau versetzt werden soll, kaum zu bemerken sein wird. Dagegen besitzt es eine ausgezeichnete Deckkraft.

Eigenschaften des Bleiweisses. Bleiweiss ist im reinen Zustande blendend weiss, ohne Geruch und Geschmack. Je nach der Darstellungsart zeigt das Bleiweiss ein verschiedenes Aussehen; von den in den Töpfen gelegenen Bleiblättern erhält man das sogenannte Schieferweiss, das in Gestalt dünner Platten in den Handel kommt. Diejenigen Bleiplatten, mit denen die Töpfe zugedeckt waren, bekommen eine dickere Kruste, aus denen das gemeine Bleiweiss gebildet wird. Das Kremser Weiss ist reines Bleiweiss, mittelst Gummiwasser in Täfelchen geformt. Perlweiss ist mit etwas Berliner Blau oder Indigo versetzt. Mulder fand das im Handel vorkommende Bleiweiss zusammengesetzt aus 2 Aeq. kohlensaurem Bleioxyd und einem Aeq. Bleioxydhydrat 2 (PbO, CO_2) + PbO, HO. Hochstetter, Link und Philipps untersuchten mehrere Bleiweisssorten, sie fanden in 100 Theilen:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Bleioxyd	83,77	85,93	86,40	86,25	84,42	86,72	86,5	86,51	86,36	86,11	86,27	85,52
Kohlensäure	15,06	11,89	11,53	11,37	14,45	11,28	11,3	11,26	11,58	11,53	11,62	12,58
Wasser	1,01	2,01	2,13	2,21	1,36	2,00	2,2	2,23	2,05	2,34	2,21	1,38

1. Kremserweiss. 2. Gefälltes Bleiweiss aus Magdeburg. 3. Harzer Bleiweiss. 4. Kremserweiss. 5. Kohlensaures Bleioxyd, durch Nachahmung der holländischen Methode von Hochstetter selbst erzeugt. 6. Bleiweiss aus Offenbach. 7. Bleiweiss aus Klagenfurt. 8.—12. Englisches Bleiweiss, nach der holländischen Methode dargestellt.

Was die deckenden Eigenschaften des Bleiweisses anbelangt, so scheint es sicher zu sein, dass dieselben von dem Aggregationszustande abhängen; ein durch Fällung erhaltenes, lockeres, krystallinisch körniges Bleiweiss deckt weniger, als ein nach der holländischen Methode bereitetes, dichteres. Nach Hochstetter scheint es, als ob die grössere Deckkraft des Bleiweisses mit dem grösseren Gehalte an Hydrat zunehme.

Verfälschung des Bleiweisses. Man versetzt das Bleiweiss in den Fabriken häufig mit Schwerspath (zu 30,66, selbst bis zu 72 pCt.) und schwefelsaurem Bleioxyd, seltner mit Witherit (kohlensaurem Baryt), Kreide, Gyps oder Thon. Reines Bleiweiss muss sich in verdünnter Salpetersäure vollständig lösen, durch überschüssig zugesetztes Aetzkali darf in der klaren Lösung kein Niederschlag entstehen (Kreide); der in Salpetersäure unlösliche Rückstand deutet auf Gyps, Schwerspath oder schwefelsaures Bleioxyd. Das Bleisalz verräth sich dadurch, dass eine Probe desselben auf Kohle vor dem Löthrohre erhitzt, Metallkügelchen zeigt; Schwerspath giebt sich dadurch zu erkennen, dass eine Probe mit Kohle erhitzt und der Rückstand mit verdünnter Salzsäure übergossen, mit Gypslösung einen weissen Niederschlag erzeugt; Gyps ebenso behandelt, giebt mit Gypslösung keinen, wohl aber mit oxalsaurem Ammoniak einen weissen Niederschlag.

Nach W. Stein ermittelt man in einem Gemenge von Bleiweiss mit Schwerspath die Menge des Bleiweisses am einfachsten durch den Glühverlust, welcher im directen Verhältnisse zur Menge des kohlensauren Bleioxydes steht. Derselbe beträgt bei unvermischten Proben durchschnittlich 14,5 pCt.

Ein Gemenge von	33,3 Th. Bleiweiss und	66,6 Th. Schwerspath	verlor beim Glühen	4,5—5 pCt.		
„ „ „	66,6 „ „ „	33,3 „ „	„ „ „	6,5—7 „		
„ „ „	80 „ „ „	20 „ „	„ „ „	13 „		
„ „ „	50 „ „ „	50 „ „	„ „ „	10—10,4 „		

Anwendung des Bleiweisses. Die Anwendung des Bleiweisses als Malerfarbe, zum Kitt, zum Leinölfirniss, zur Darstellung der Mennige ist bekannt. Mit der Anwendung des Bleiweisses ist der Nachtheil verbunden, dass dasselbe durch Schwefelwasserstoff ausserordentlich leicht afficirt und in Schwefelblei verwandelt wird. Thénard hat vorgeschlagen, die durch Verwandelung des Bleiweisses in Bleisulfuret schwarz gewordenen Oelgemälde durch Behandeln derselben mit einer Auflösung von Wasserstoffsuperoxyd zu restauriren. Durch den Sauerstoff dieser Verbindung wird nämlich das Schwefelblei in weisses schwefelsaures Bleioxyd verwandelt.

Ersatzmittel für Bleiweiss. Der eben angeführten Eigenschaft und der Giftigkeit des Bleiweisses wegen hat man schon längst ein Ersatzmittel des Bleiweisses gesucht, Guyton de Morveau empfahl zu diesem Zwecke Zinnoxyd und Zinkoxyd. Ruolz Antimonoxyd, durch Erhitzen von Schwefelantimon an der Luft erhalten. Göttling, Höpfner, Lampadius und Lassaigne haben von Neuem auf das Zinkoxyd (Zinkweiss), als Ersatzmittel für das Bleiweiss aufmerksam gemacht. Seit etwa zwölf Jahren hat nun die Fabrikation des Zinkweisses einen ausserordentlichen Aufschwung genommen und es ist ein hitziger Kampf zwischen Zinkweiss und Bleiweiss entbrannt, an welchem die interessante Erscheinung wahrgenommen worden ist, dass die Fabrikation und der Absatz des Bleiweisses trotz der ungeheuern Fabrikation von Zinkweiss nicht abgenommen haben. Ein anderer Concurrent ist dem Bleiweiss seit einigen Jahren in dem künstlich dargestellten schwefelsauren Baryt (Barytweiss, Permanentweiss, blanc fix) erwachsen, welches als Wasserfarbe in Tapeten-, Buntpapier-, Kartenfabriken u. s. w. täglich grössere Aufnahme findet, indem das Barytweiss bei grossem Deckvermögen denselben Glanz beim Glätten annimmt als das Kremserweiss. (Siehe Barytpräparate.)

Was den Werth der Ersatzmittel mit dem des Bleiweisses verglichen betrifft, so hat die Erfahrung Folgendes gelehrt:

a) kein anderes für weisse Anstrichfarben verwendetes Material besitzt eine dem Bleiweiss gleichkommende Deckkraft;

b) das Zinkweiss besitzt wohl eine geringere Deckkraft als das Bleiweiss, da meist fünf Zinkweissanstriche erforderlich sind, um einen gleich weissen Anstrich zu erhalten, wie er durch dreimaligen Bleiweissanstrich erlangt werden kann; allein mit 1 Ctr. Zinkweiss reicht man, bei beinahe gleichem Preise, viel weiter als mit 1 Ctr. Bleiweiss. Der Vortheil der grösseren Wohlfeilheit, welchen hiernach das Zinkweiss dem Consumenten bieten würde, wird jedoch dadurch zum grössten Theile compensirt, dass der Zinkweissanstrich mehr Arbeitslohn und mehr Firniss erfordert. Es berechnen sich die Kosten eines guten Zinkweiss- und Bleiweissanstriches ziemlich gleich;

c) Zinkweiss erfordert etwa 5 Th. trocknendes Oel, während Bleiweiss nur 3 Th. verlangt;

d) Barytweiss deckt mit Oelfirniss angerieben wenig, gut dagegen, wenn es mit gleichen Gewichtstheilen Zinkweiss gemischt ist; als Leimfarbe dagegen in mehreren Schichten dünn mit heller Leimlösung aufgetragen, besitzt es eine Deckkraft, welche der des Kremserweisses am nächsten steht.

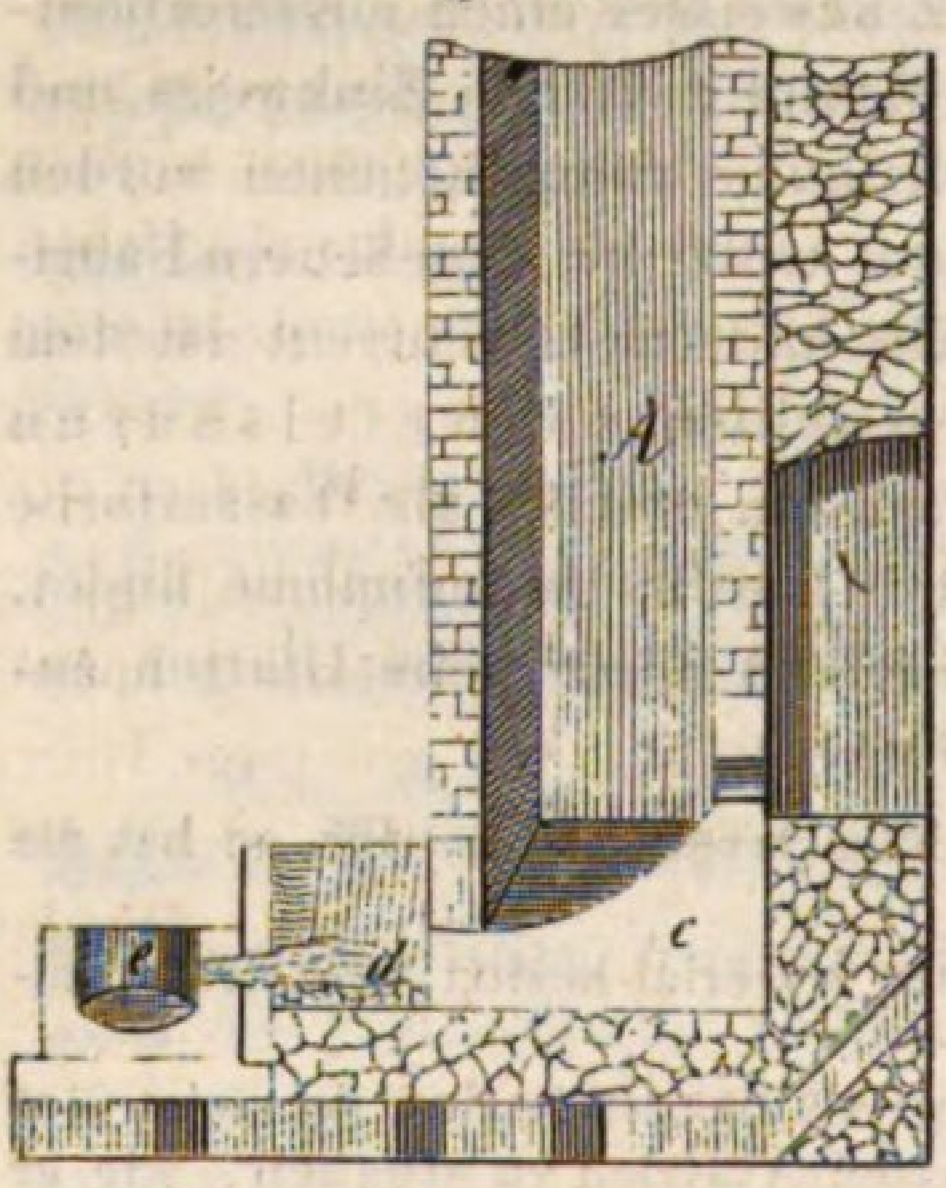
Das Zinn.

(Sn = 59.)

Zinn. Vorkommen und Gewinnung desselben. Das Zinn findet sich in der Natur nie gediegen, sondern oxydirt als Zinnstein (SnO_2 mit 79 pCt. Zinn), und als Schwefelzinn mit anderen Schwefelmetallen verbunden in Zinnkies [($2\,Cu_2S + SnS_2$) + 2 (FeS,

ZnS), SnS_2 mit 26—29 pCt. Zinn] vor. Nur aus dem Zinnstein wird das Zinn gewonnen. Der sogenannte aufgeschwemmte Zinnstein, der fast aus reinem Zinnoxyd besteht, wird direct in Gebläseöfen mit Kohle geschmolzen. Das so erhaltene Zinn ist fast chemisch rein und kommt unter dem Namen Banka-, Malakka-, englisches Zinn in den Handel. Der gewöhnliche Zinnstein aber, so wie er sich im Gebirgsgestein, auf Lagern, Stockwerken, Gängen, im Granit, Syenit u. a. m., oder auf secundärer Lagerstätte, den sogenannten Seifenwerken oder Zinnseifen (Ablagerungen von verschiedenartigen Geröllen, besonders von Kieseln, mit Zinnsteingeröllen) findet, enthält ausser dem Zinnoxyd, Schwefel, Arsenik, Zink, Eisen, Kupfer und andere Metalle. Dieses Erz wird zuerst durch Pochen und Schlämmen von der anhängenden Bergart und durch Rösten vom Schwefel, Arsenik und Antimon befreit. In Sachsen findet sich der Zinnstein in einem jüngeren Granit, der, vom älteren Gebirge umgeben, ein Stockwerk bildet. Er ist von Wolfram, Molybdänglanz, Schwefel- und Arsenikkies begleitet und führt den Namen Zinnzwitter. Nach dem zu Altenberg gebräuchlichen Verfahren wird das geröstete Zinnerz im Schachtofen (Fig. 29), dessen Wände aus Granit construirt und der auf einem Mauerwerke von Gneuss ruht, verschmolzen. Ein solcher Schachtofen besteht aus dem Schacht *A* und dem Vorherd *d*; der Bodenstein *c* besteht aus einem Stück und ist muldenförmig nach *d* zu ausgehauen. Der Vorherd *d* steht durch eine Stichöffnung mit einem eisernen Kessel in Verbindung; bei *b* mündet die Düse des Gebläses. Das Erz wird mit Kohlen geschichtet; das reducirte Zinn sammelt sich auf dem Vorherd *d*, von welchem es in den Kessel *e* fliesst. Es enthält aber Eisen und Arsenik. Von diesen Beimengungen wird es befreit, indem man es auf einem Herde, der mit glühenden Kohlen bedeckt ist, aussaigert; das reine Zinn schmilzt zuerst, fliesst durch die Kohlen und sammelt sich auf dem Stichherde an. Dieses Zinn ist sehr rein und enthält kaum $^1/_{10}$ pCt. von fremden Metallen;

Fig. 29.



es ist das Körnerzinn. Die zurückbleibende schwerer schmelzbare Legirung wird nochmals umgeschmolzen und als Blockzinn in den Handel gebracht. Das in Böhmen und Sachsen ausgebrachte Metall führt, je nachdem es in Stangen geformt, oder in dünne Blätter gegossen worden ist, den Namen Stangenzinn oder Rollzinn.

Eigenschaften des Zinnes.

Das Zinn besitzt eine silberweisse Farbe mit einem geringen Stiche ins Bläuliche, verbunden mit dem vollkommensten Metallglanze, welcher dem Glanze des Silbers sehr nahe kommt. Nächst dem Blei ist das Zinn das weichste der Metalle, doch besitzt es schon so viel Härte, dass eine frei schwebende Zinnstange beim Anschlagen einen Klang hören lässt. Reines Zinn nimmt die Eindrücke mit dem Nagel des Fingers kaum mehr an. Beim Biegen knirscht es um so stärker, je reiner es ist. Das Zinn ist ausserordentlich geschmeidig und lässt sich zu dünnen Blättern ausstrecken. Die Dehnbarkeit ist geringer. Beim Reiben ertheilt das Zinn den Fingern einen eigenthümlichen und lange anhaftenden Geruch. Das spec. Gewicht des reinen Zinnes ist 7,28, das durch Hämmern und Walzen bis auf 7,47 erhöht werden kann. Ein Kubikfuss Zinn kann je nach den vorhandenen Verunreinigungen 375—400 Pfd. wiegen. Bis fast auf den Schmelzpunkt erhitzt, wird das Zinn spröde und lässt sich

durch kräftige Hammerschläge zertheilen. Sein Schmelzpunkt ist bei 235⁰. Dient das Zinn zu Gusswaaren, so hängen Glanz und Festigkeit gänzlich von der Temperatur des geschmolzenen Zinnes im Augenblicke des Ausgiessens ab; war es so stark erhitzt, dass die Oberfläche des Metalles Regenbogenfarben zeigte, so erscheint es nach dem Erstarren auf der Oberfläche gestreift und rothbrüchig, war es dagegen zu wenig erhitzt; was sich durch das matte Ansehen der Oberfläche zu erkennen giebt, so ist es auch nach dem Erstarren matt und kaltbrüchig. Das Zinn hat nach dem Erstarren den grössten Glanz und die meiste Festigkeit, wenn die entblösste Oberfläche des flüssigen Metalles rein und spiegelhell erscheint. Bei starker Weissglühhitze beginnt das Zinn zu sieden und sich langsam zu verflüchtigen. Das geschmolzene Zinn bedeckt sich an der Luft mit einer grauen, aus Zinnoxydul und metallischem Zinn bestehenden Haut, Zinnkrätze genannt. Durch fortgesetztes Schmelzen bei Luftzutritt verwandelt sich das Zinn vollständig in gelblichweisses Zinnoxyd (Zinnasche). An der Luft büsst das Zinn nach und nach seinen Glanz ein.

Anwendung des Zinnes. Man wendet das Zinn an zu Legirungen und früher häufiger als jetzt zu Geschirren zum Haus- und Tischgebrauch, zu Destillirhelmen, Kühlapparaten und Röhren, zu Kesseln für Färber und Apotheker etc. Theils durch Walzen, theils durch Schlagen unter dem Stanniolhammer stellt man aus dem Zinn die Zinnfolie (Stanniol) dar, von welcher die stärkere Sorte (Spiegelfolie) zum Belegen der Spiegelplatten, die dünnere (Folie) zum Ausfüttern von Büchsen, Kästen, zum Einwickeln von Chocolade, Seife, Käse u. s. w. benutzt wird. Das Schlagsilber oder unächte Blattsilber (Silberschaum) ist Zinn mit etwas Zink versetzt und in dünne Blättchen ausgeschlagen. Zinn mit kleinen Mengen Kupfer, Antimon und Wismut legirt, bildet das häufig zu Löffeln u. s. w. verarbeitete Compositionsmetall. Eine ähnliche Legirung ist das Britanniametall, das neuerdings zu Löffeln, Leuchtern, Zuckerdosen, Kaffee- und Theetöpfen häufige Anwendung findet, indem es mehr als Zinn dem Ansehen des Silbers sich nähert, bei grösserer Härte auch grösseren Glanz annimmt und leichtere Formen erlaubt. Es lässt sich auch zu Blech verarbeiten. Es besteht aus 10 Th. Zinn und 1 Th. Antimon. Da das im Handel vorkommende Zinn gewöhnlich mit anderen Metallen verunreinigt ist, die sämmtlich ein höheres spec. Gewicht als das Zinn haben, so hat man in der Bestimmung des spec. Gewichts des Zinnes ein Mittel, seine Reinheit zu prüfen. Je geringer das spec. Gewicht ist, desto reiner ist das Zinn. Eine Legirung von Zinn und Blei zeigt in den gebräuchlichsten Legirungsverhältnissen folgende spec. Gewichte:

Verhältnisse.	Spec. Gew.	Verhältnisse.	Spec. Gew.
1 Th. Sn + 1 Th. Pb	8,864	1 Th. Sn + 4 Th. Pb	10,183
2 „ + 3 „	9,265	3 „ + 2 „	8,497
1 „ + 2 „	9,553	2 „ + 1 „	8,226
2 „ + 5 „	9,770	5 „ + 2 „	8,109
1 „ + 3 „	9,9387	3 „ + 1 „	7,994
2 „ + 7 „	10,0734		

Durch Glühen des Zinnes an der Luft erhält man die Zinnasche, die zum Poliren von Glas und Metall und zum Weissfärben des Emails dient.

Verzinnen. Oft überzieht man Gefässe aus anderen Metallen mit Zinn, was Verzinnung genannt wird. Bedingungen des Verzinnens sind, dass die Oberfläche des zu verzinnenden Metalles rein, d. h. oxydfrei sei, und dass beim Auftragen des geschmolzenen Zinnes die Oxydation desselben verhindert werde. Die zu verzinnenden Gegenstände werden deshalb vorher durch Scheuern, Abschaben oder durch saure Beizen gereinigt. Die Oxydation des aufgetragenen Zinnes wird durch Colophonium

und Salmiak verhindert, welche beide Substanzen das entstandene Oxyd augenblicklich wieder reduciren. Die **Verzinnung des Kupfers, Messings und Schmiedeeisens** geht leicht vor sich, indem man das zu verzinnende Gefäss fast bis zum Schmelzpunkte des Zinnes erhitzt, geschmolzenes Zinn darauf schüttet und das Metall vermittelst eines Büschels Werg, der mit etwas Salmiak bestreut worden ist, auf der Oberfläche des Kupfers durch Reiben vertheilt. Gegenstände von **Messing**, wie Stecknadeln, werden behufs des Verzinnens in einen verzinnten Kessel mit Zinnkörnern (**Weisssud oder Zinnsud**), und mit einer Lösung von saurem weinsaurem Kali (Cremor tartari) einige Stunden lang gekocht. Die verzinnten Gegenstände werden mit Kleie oder mit Sägespänen abgerieben. Um **Eisenbleche** zu verzinnen, werden die Bleche erst mit sauer gewordenem Kleienwasser und mit Schwefelsäure gebeizt, darauf in schmelzenden Talg und dann in geschmolzenes Zinn eingetaucht. Durch den Talg wird die Oxydation des Zinnes verhindert. Nachdem die Bleche hinreichend mit Zinn überzogen sind, werden sie aus dem Zinnbade entfernt, durch Schlagen mit einer Ruthe oder durch eine Hanfbürste von überflüssigem Zinn befreit und mit Kleie gereinigt. Die auf diese Weise verzinnten Bleche haben den Fehler grosser Weichheit und Leichtflüssigkeit, was nach **Budy** und **Lammatsch** dadurch vermieden werden kann, dass man das Zinn mit $^1/_{16}$ Nickel legirt. Der höhere Preis der Legirung soll dadurch compensirt werden, dass man nur halb so viel bedürfe.

Verzinnen von Kupfer. — von Messing. — von Eisenblech.

Moiré metallique. Wenn man verzinntes Blech mit Säuren behandelt, so geschieht es häufig, dass sich auf der Oberfläche des Zinnes perlmutterartig glänzende Zeichnungen zeigen, die davon herrühren, dass das Zinn bei schnellem Erkalten krystallisirt. Durch Behandeln des Bleches mit Säuren, am besten mit einem Gemenge von 2 Th. Salzsäure, 1 Th. Salpetersäure und 3 Th. Wasser werden die krystallinischen Stellen blosgelegt, die, durch die ungleiche Reflexion des Lichtes, mattere und lichtere Stellen zeigen. Man nennt solches Blech **gemort** oder **geflammt** (*Moiré metallique*).

Musivgold. Das **Musivgold** oder **Doppelt-Schwefelzinn** wird im Grossen dargestellt, indem man ein Amalgam, aus 4 Th. Zinn mit 2 Th. Quecksilber bestehend, mit $2^1/_3$ Th. Schwefel und 2 Th. Salmiak innig mischt, das Gemenge in einen Kolben giebt, welchen man in einem Sandbade, ungefähr zwei Stunden lang, anfangs nicht völlig bis zum Glühen, dann nach und nach stärker erhitzt. Zuerst entweicht der Salmiak, darauf sublimirt das Quecksilber als Zinnober mit kleinen Mengen von Zinnchlorid verunreinigt, und zurück bleibt das Musivgold, von welchem jedoch in den meisten Fällen nur die obere Schicht aus einem brauchbaren Präparat besteht, während die untere Schicht als missfarbig abgesondert wird.

Der Vorgang bei der Bildung des Musivgoldes nach der gegebenen Vorschrift scheint folgender zu sein: Das Zinn zersetzt den Salmiak und bildet Zinnchlorür, welches sich mit unzersetztem Salmiak zu $Sn\,Cl + 2\,NH_4\,Cl$ verbindet, Wasserstoff und Ammoniak. Der Wasserstoff verbindet sich im Augenblicke des Freiwerdens mit dem Schwefel zu Schwefelwasserstoff, welcher mit dem Ammoniak zu Ammoniumsulfhydrat ($NH_4\,S,\,SH$) zusammentritt. Letztere Verbindung setzt sich mit dem Zinnchlorür zu Salmiak und Einfach-Schwefelzinn um:

Ammoniumsulfhydrat $NH_4\,S,\,SH$, Zinnchlorür $2\,Sn\,Cl$	geben	Einfach-Schwefelzinn $2\,Sn\,S$ Salmiak und Salzsäure $NH_4\,Cl$ und HCl.

Das Einfach-Schwefelzinn geht sofort durch Aufnahme von Schwefel in Musivgold über. Es ist auch möglich, dass das Ammoniumsulfhydrat sich mit dem Schwefel zu einem Ammoniumpolysulfuret vereinigt, welches unmittelbar aus dem Zinnchlorür Musivgold bilden kann. Das Quecksilber verflüchtigt sich als Zinnober und scheint hierbei keinen andern Zweck zu haben, als zu bewirken, dass das Musivgold für Augenblicke Gasform annehmen

kann. Der Salmiak und das Quecksilber wirken aber auch physikalisch günstig bei der Bildung von Musivgold ein, indem sich beide vor der Rothglühhitze verflüchtigen und daher jede Wärmemenge binden, welche eine höhere Temperatur erzeugen und eine Zersetzung des Musivgoldes nach sich ziehen würde. Es ist übrigens Thatsache, dass Musivgold untadelhaft auch ohne Quecksilber dargestellt werden kann.

Das Musivgold erscheint, wenn die Operation gut gelungen, in zarten goldgelben oder bräunlichgelben metallglänzenden Schuppen, welche sich zwischen den Fingern wie Talk anfühlen lassen. Es löst sich in Schwefelalkalimetallen zu Sulfosalzen, aus denen durch Zusatz von Säuren nichtkrystallinisches gelbes Zweifach-Schwefelzinn ausgeschieden wird. Möglich, dass es gelingen wird, durch sehr langsame Abscheidung des Zweifach-Schwefelzinns aus einer Lösung von Zinnsulfid-Schwefelnatrium das Musivgold auf nassem Wege zu erhalten. Es lässt sich auf die Oberfläche der Körper in den dünnsten Schichten zertheilen und wird zur unächten Vergoldung auf Holz, Gyps, Pappe, Papiermaché, Messing, Kupfer etc. verwendet, indem man es mit Eiweiss aufträgt; man überzieht es nachher, wie bei Lampen, mit einem Lack. Gegenwärtig ist es zum grossen Theile durch die weit schönern Bronzepulver (Bronzefarben) verdrängt worden. Ehedem gebrauchte man es auch zum Bestreichen des Reibkissens der Elektrisirmaschinen.

Zinnsalz. Das Zinnsalz, salzsaure Zinnoxydul oder Chlorzinn (SnCl) wird im krystallisirten Zustande (SnCl + 3 HO) durch Auflösen von Zinnspänen in Salzsäure und Abdampfen der Lösung dargestellt. Nach Nöllner soll man die Salzsäure, so wie sie sich aus den Retorten entwickelt, sogleich auf granulirtes Zinn, das in Vorlagen von Steingut eingefüllt ist, einwirken lassen, und die aus den Vorlagen abfliessende concentrirte Zinnsalzlösung in zinnernen Pfannen unter Zusatz von granulirtem Zinn eindampfen. — Das Zinnsalz erscheint in farblosen, durchsichtigen Krystallen, die sich sehr leicht in Wasser lösen. Die Lösung scheidet sehr bald ein basisches Salz ab. Diese Abscheidung wird durch Zusatz von Weinsäure vermieden. Man benutzt das Zinnsalz als Reductionsmittel von Indigo, Eisenoxyd und Manganoxyd und als Beizmittel, hauptsächlich zur Darstellung der rothen Farben mit Cochenille*) und in der Krapp- und Türkischrothfärberei zum Aviviren und Rosiren.

Zinnsaures Natron. Das zinnsaure Natron (Sodastannat, Zinnoxyd-Natron), eine gegenwärtig in der Färberei und Zeugdruckerei häufig angewendete Verbindung, lässt sich auf verschiedene Weise darstellen. Früher erhielt man dieselbe dadurch, dass man metallisches Zinn mit Chilisalpeter verquickte, die erhaltene Masse auflöste und zur Krystallisation abdampfte. Nach der von Young vorgeschlagenen Methode ist die Reduction des Zinnes aus seinen Erzen überflüssig; nach ihm schmilzt man den Zinnstein mit Aetznatron zusammen und lässt die klare Lösung der geschmolzenen Masse krystallisiren. Eisen, Kupfer u. dergl., die sich in kleiner Menge stets in dem Zinnstein finden, werden durch das überschüssige Natron als unlösliche Oxyde abgeschieden. Brown fand, dass sich beim Kochen von metallischem Zinn mit Bleioxyd und Natronlauge unter Abscheidung von metallischem Blei zinnsaures

*) Das sogenannte salpetersaure Zinn der Färber wird durch Auflösen von gekörntem Zinn in Königswasser erhalten; diese Auflösung führt in der Färberei auch den Namen Physik, Composition, Rosirsalz; sie enthält Zinnchlorid ($Sn\ Cl_2$) und Zinnchlorür. Eine Verbindung des Zinnchlorids mit Salmiak ($Sn\ Cl_2 + NH_4\ Cl$) wird unter dem Namen Pinksalz in der Kattundruckerei als Beize benutzt. Eine concentrirte wässrige Lösung dieses Salzes ändert sich beim Kochen nicht, die verdünnte aber lässt alles in dem Doppelsalze enthaltene Zinnoxyd durch Kochen fallen. Dieses Verhalten, so wie seine neutrale Eigenschaft, machen das Pinksalz besonders geeignet, anstatt des immer sauer reagirenden Zinnchlorürs als Beizmittel zu dienen.

Natron bilde. Darauf gründet Häffely seine Methode der Darstellung von zinnsaurem Natron: Man digerirt in einem Metallgefässe Bleiglätte oder Mennige mit Natronlauge von ungefähr 22 pCt. Natrongehalt und verdünnt die entstandene Lösung, wenn man das zu erzeugende zinnsaure Natron in Lösung aufbewahren will, und zwar über dem Niederschlage. In die Lösung des Bleioxyd-Natrons, welche zur Beschleunigung der Operation erhitzt wird, bringt man granulirtes Zinn, worauf Blei in Form von Bleischwamm sich ausscheidet und zinnsaures Natron sich bildet.

In den letzten Jahren ist in England in der Färberei ein Doppelsalz von Natron mit Arsensäure und Zinnsäure (Zinnoxyd) in Gebrauch gekommen. Die Anwendung dieses giftigen Doppelsalzes als Ersatz für reines zinnsaures Natron, welche nur durch die damit verbundene Ersparniss veranlasst wurde, ist aber keineswegs zu rechtfertigen.

Die Zusammensetzung ist entsprechend der Formel

$$6\ SnO_2,\ NaO,\ 2\ AsO_5 + 5\ HO.$$

Das zinnsaure Natron — Präparir- oder Grundirsalz — wird der Wohlfeilheit wegen auch zuweilen durch Auflösen von Zinnsalz in überschüssiger Natronlauge dargestellt. In diesem Falle bildet sich allerdings Zinnoxydul-Natron (zinnigsaures Natron, Sodastannit), welches sich aber durch die Kohlensäure der Luft in kohlensaures Kali und Zinnoxydul zersetzt; letzteres geht an der Luft sofort in Zinnoxyd über. Auch beim ruhigen Stehen der Lösung von Zinnoxydul-Natron zersetzt sich das Zinnoxydul in Zinn und Zinnoxyd; ersteres geht in der Luft nach und nach in Zinnoxyd über.

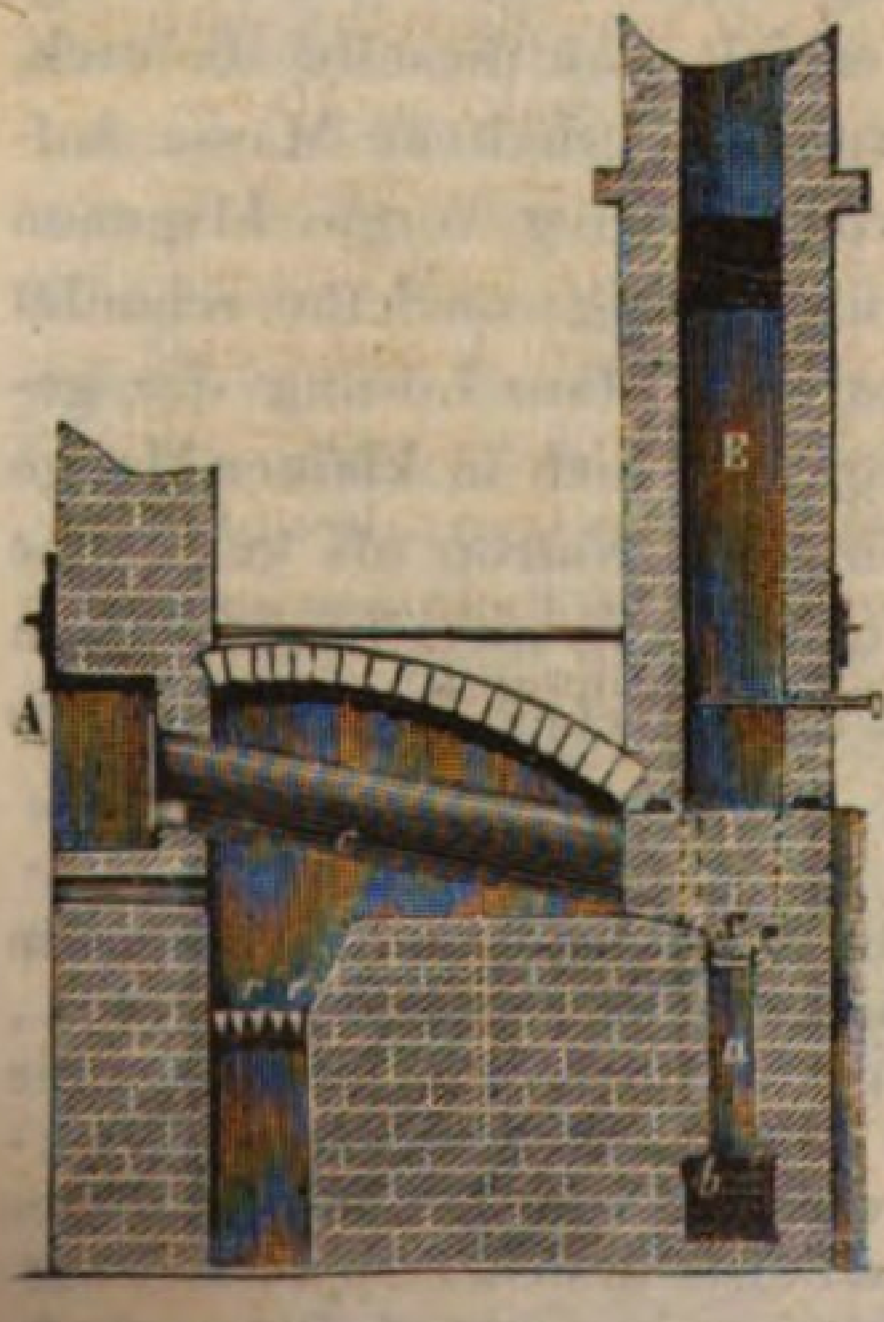
Das Wismut.

(Bi = 214.)

Wismut. Vorkommen und Gewinnung desselben.

Das Wismut ist eines der seltener vorkommenden Metalle; es findet sich meist gediegen auf Kobalt- und Silbergängen im Granit, Gneus, Glimmerschiefer, und im Uebergangs- und Kupferschiefergebirge. Ausserdem kommt es oxydirt vor als Wismutocker (BiO_3 mit 89,9 pCt. Wismut), mit Schwefel verbunden als Wismutglanz (BiS_3 mit 80,98 pCt. Wismut) und als Wismutkupfererz (mit 47,24 pCt. Wismut). Da das Wismut meist gediegen vorkommt, so ist die Gewinnung desselben ziemlich einfach, da man es durch Aussaigern (Ausschmelzen) von der Gangart trennen kann. Bei Schneeberg im sächsischen Erzgebirge besteht ein

Fig. 30.



Wismutsaigerofen.

Wismutsaigerofen, auf welchem man das Wismut auf folgende Weise ausbringt. Die durchschnittlich 4 — 9 pCt. Wismut enthaltenden Erze werden so viel als möglich von der Gangart getrennt und in haselnussgrossen Stücken in gusseiserne Röhren *c* (Fig. 30) eingetragen, welche durch das Feuer auf dem Roste *r r* geheizt werden, das ausgeschmolzene Wismut fliesst in eiserne Näpfe *s*, die durch darunter befindliche glühende Kohlen erhitzt werden. In diesen Näpfen befindet sich Kohlenpulver, welches das flüssige Wismut vor der Oxydation schützt. Die in den Röhren zurückbleibenden Erze werden durch *A* in einem mit Wasser angefüllten Kasten gekrückt. — Bei der Verarbei-

tung der Kobaltspeise (siehe Seite 36) gewinnt man das Wismut als werthvolles Nebenprodukt.

Eigenschaften des Wismuts.

Das Wismut ist ein röthlich weisses Metall, von starkem Glanz, Härte und solcher Sprödigkeit, dass es gepulvert werden kann. Es schmilzt bei 246° und erstarrt bei 242° mit bedeutender Volumenvergrösserung. Sein specifisches Gewicht = 9,9.

Anwendung des Wismuts.

Man benutzt das Wismut zu Legirungen, als Oxyd mit Borsäure und Kieselsäure geschmolzen zu optischen Gläsern und als basisch salpetersaures Wismutoxyd zu weisser Schminke (*Blanc de fard*). Unter den Legirungen des Wismuts sind die mit Blei und Zinn die wichtigeren. Newton's leichtflüssige Legirung besteht aus 8 Th. Wismut, 3 Th. Zinn und 5 Th. Blei und schmilzt bei 94,5° C. Rose's Metall besteht aus 2 Th. Wismut, 1 Th. Blei und 1 Th. Zinn und schmilzt bei 93,75° C. Ein geringer Zusatz von Kadmium macht diese Legirungen noch leichtflüssiger. Eine Legirung von 3 Th. Blei, 2 Th. Zinn und 5 Th. Wismut, deren Schmelzpunkt bei 91,66° C. liegt, eignet sich zum Abklatschen (Clichiren) von Holzschnitten, Druckformen, Stereotypen u. s. w. Ehe man z. B. einen Holzschnitt in die Masse abgedrückt, muss dieselbe schon so weit erkaltet sein, dass sie teigig zu werden anfängt. Eine ähnliche Legirung benutzt man zu Metallbädern, um Stahlarbeiten darin anzulassen, ferner zu Stiften, welche anstatt der Graphitstifte auf besonders (mit Knochenasche) präparirten Papieren dienen. Endlich hat man eine Wismutlegirung von bestimmtem Schmelzpunkte angewendet, um dem Explodiren der Dampfkessel vorzubeugen; zu diesem Zweck verschliesst man ein kurzes Rohr, das in dem Dampfkessel eingeschraubt ist, mit einer Platte von dieser Legirung; wenn die Temperatur der Dämpfe bis zum Schmelzpunkte der Legirung steigt, so schmilzt die Platte und die Dämpfe entweichen.

Das Zink.

(Zn = 32,75.)

Zink. Vorkommen desselben.

Das Zink kommt in der Natur nie gediegen, sondern an Schwefel gebunden als Zinkblende (ZnS), oxydirt als edler Galmei, kohlensaures Zinkoxyd oder Zinkspath (ZnO, CO_2) und als gewöhnlicher Galmei oder Kieselzinkerz $2\,(3\,ZnO, SiO_3) + 3\,HO$ vor. Ausserdem findet es sich als Rothzinkerz, ein durch Manganoxyd röthlich gefärbtes Zinkoxyd.

Gewinnung des Zinkes.

Das Verfahren der Gewinnung des Zinkes aus seinen Erzen besteht im Wesentlichen in der Behandlung der gerösteten Zinkerze (gebrannter Galmei oder geröstete Blende) in einem Schacht- oder Gefässofen, in welchen man ein Gemenge von Erz, Zuschlag und Brennmaterial von oben aufgiebt; die Verbrennung darin wird durch ein Gebläse unterhalten. Erz, Zuschlag und Brennstoff werden in solchen Verhältnissen angewendet, dass das in den Erzen enthaltene Zink sich reduciren und verflüchtigen kann, während alle anderen Bestandtheile mit dem Zuschlage Schlacken bilden. Das Brennmaterial wird in solcher Menge aufgegeben, dass es nicht nur zur vollständigen Reduction genügt, sondern in grossem Ueberschusse vorhanden ist, damit vor den Formen nicht etwa ein oxydirendes Gas wie Kohlensäure entstehen könne. Der Zuschlag muss so beschaffen sein, dass bei der Bildung der Schlacke in keinem Falle eine oxydirende Substanz sich bilden kann. Erfordert z. B. die Beschaffenheit des Erzes die Benutzung von Kalk als Zuschlag, so wendet man denselben gebrannt und nicht als kohlensauren an. Man leitet vorzugsweise

getrocknete Luft in den Ofen. Die Produkte der Behandlung sind 1) Zinkdämpfe, die sich in abgekühlten Canälen verdichten, 2) die durch die Verbrennung erzeugten Gase, welche zum Heizen des Dampfkessels der Gebläsemaschine, zum Brennen des als Fluss verwendeten Kalkes, zum Umschmelzen des destillirten Rohzinkes und zum Trocknen und Rösten der Erze verwendet werden, 3) die nicht flüchtigen Stoffe (Schlacken, Stein, reducirte Metalle).

Destillation des Zinkes in Muffeln.

Die Destillation des Zinkes aus seinen Erzen (Galmei) aus *muffelähnlichen Destillationsgefässen*, ist in *Oberschlesien* (Königshütte, Lydognyahütte etc.), *Stolberg* bei Aachen, in *Westphalen*, *Belgien* etc. üblich. Die Muffeln werden über Chablonen aus feuerfestem Thon und zerstossenen gebrannten Muffelscherben gefertigt. Die vordere Seite der Muffel hat zwei Oeffnungen; die untere ist mit einer Platte *a* (Fig. 31 und 32) verschlossen, welche entfernt wird, wenn die Destillationsrückstände herausgenommen werden sollen. Oben ist ein knieförmig gebogenes Rohr eingesetzt, welches bei *c* mit einer während der Destillation verschlossenen Oeffnung versehen ist, durch welche die Beschickung eingetragen wird. Durch die Oeffnung *d* tröpfelt das flüssige Zink in den darunter

Fig. 31.

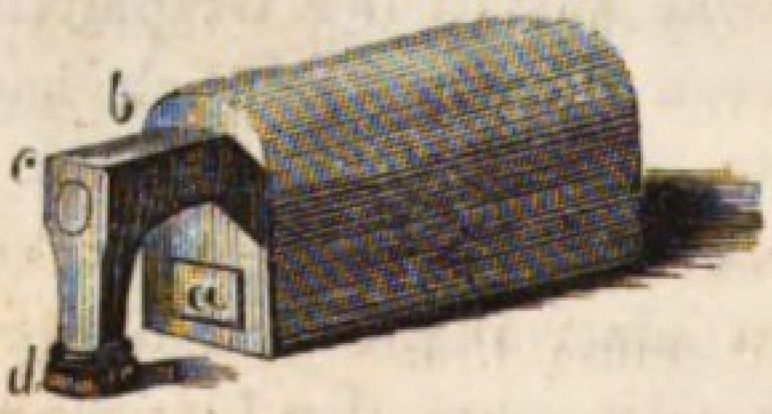
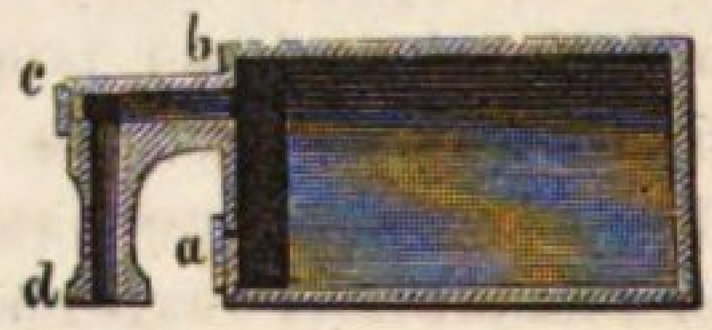
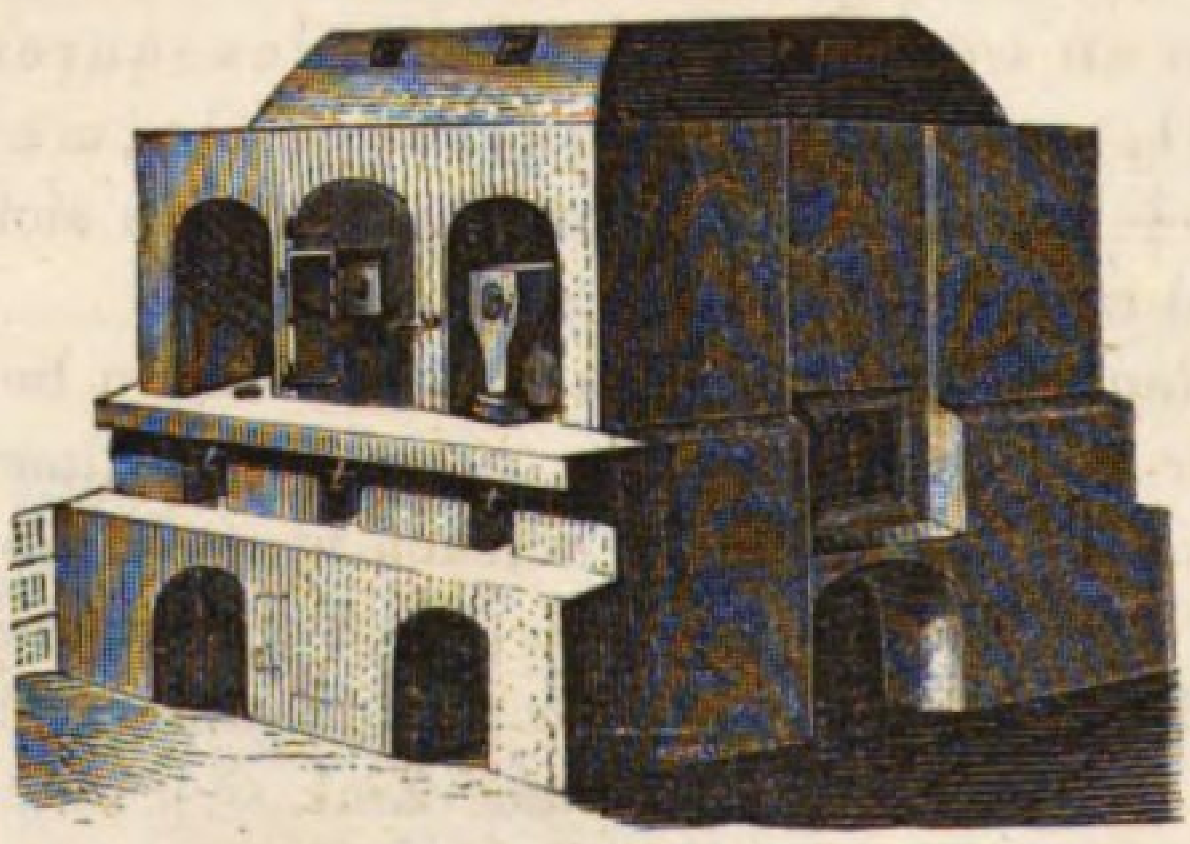


Fig. 32.



befindlichen Raum. Früher wendete man Oefen mit 6—10 Muffeln, gegenwärtig solche mit 20 an. Die Muffeln stehen in dem gewölbten Zinkofen (Fig. 33), zu beiden Seiten einer langen Rostfeuerung auf Bänken, so dass sie die Flamme des Brennmaterials so viel als möglich umspielt. Fig. 33 zeigt die äussere Ansicht des Ofens. Das destillirende Zink wird in den Räumen *t*, *t* aufgefangen. Das bei Beginn der Destillation sich bildende Zinkoxyd enthält fast alles Kadmiumoxyd und wird zur Darstellung des Kadmiums verwendet. Die durch die Destillation erhaltenen und mit Oxyd gemengten Zinktropfen werden durch Schmelzen gereinigt; man giesst das geschmolzene Metall in Form von Tafeln und liefert es in den Handel.

Fig. 33.



Destillation des Zinkes in Röhren.

Nach der *belgischen Methode* geschieht die Reduction des Galmei und die Destillation des Zinkes in Thonröhren, welche reihenweise horizontal neben und über einander liegen. Die *Röhren* (Fig. 34) sind cylindrisch, gewöhnlich 3 Fuss lang und haben eine Weite von 6 Zoll im Lichten. Die Dicke der Röhren beträgt $1\frac{1}{4}$ Zoll. Sie sind an dem einen Ende geschlossen. Mit der vorderen Oeffnung berühren die Röhren die Vorwand des Ofens; sie dient zum Eintragen der Beschickung, zum Abziehen der Zinkdämpfe und zum Entfernen der Destillationsrückstände. An jeder dieser Röhren wird eine gusseiserne, 10 Zoll lange Ansetzröhre (Fig. 35) befestigt und an diese endlich noch eine 8 Zoll lange Röhre von Eisenblech (Fig. 36) geschoben, welche

inwendig mit Lehm verstrichen ist, in der sich die Zinktropfen sammeln. Fig. 37 zeigt den senkrechten Durchschnitt eines belgischen Zinkdestillationsofen. Das

Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 36.



Rösten geschieht meist in Schachtöfen. Die Destillirröhren kommen in acht Reihen übereinander in den Ofen. Zu diesem Behufe befinden sich in der hinteren Mauer *b d* des Ofens acht vorspringende Bänke, auf welchen das geschlossene Ende der Röhren aufruht. Man giebt den Röhren eine geringe Neigung nach vorn. Das Eintragen der Beschickung in die Röhren geschieht täglich Morgens 6 Uhr; die Röhren (Fig. 37) werden abgenommen, der Rückstand aus der Retorte entfernt die Beschickung durch die Ansetzröhren (Fig. 35) in die Destillirröhren gebracht und die Eisenblechröhren wieder aufgeschoben. Die Blechröhren werden auf gusseisernen Vorlagen befestigt. —

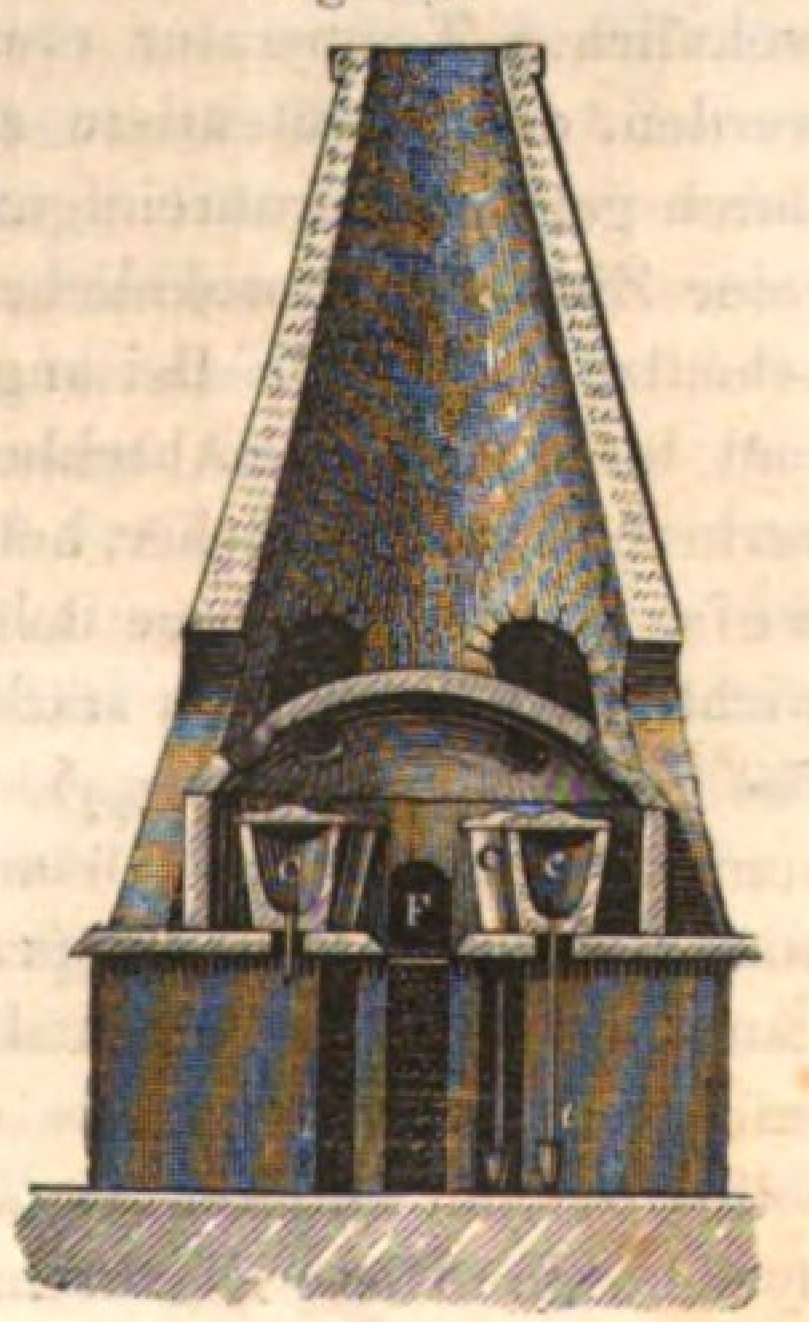
Fig. 37.



Destillation des Zinkes in Tiegeln.

Nach der englischen Zinkgewinnungsmethode findet eine sogenannte abwärts gehende Destillation und zwar in Tiegeln statt. Die Reductionsöfen sind so eingerichtet, dass auf dem Herde 6 bis 8 Tiegel *c c* (Fig. 38) aufgestellt werden können. Das über den Tiegeln und der Feuerung befindliche Gewölbe ist mit Oeffnungen versehen, durch welche man zu den Tiegeln gelangen kann. Die Tiegel sind aus feuerfestem Thon gefertigt. In der Mitte des Bodens der Tiegel befindet sich eine Oeffnung, aus welcher die Zinkdämpfe sich in die Verdichtungsröhre *t* begeben. Beim Füllen verstopft man diese Oeffnung mittelst eines Holzpropfens, der in der Hitze bald verkohlt. Das Eintragen der Beschickung in die Tiegel geschieht durch eine im Deckel des Tiegels befindliche Oeffnung, die auch noch ungefähr zwei Stunden nach dem Eintragen offen bleibt, bis eine blaue Färbung der Flamme die beginnende Reduction anzeigt. Darauf wird die Oeffnung im Deckel durch eine Platte aus feuerfestem Thon geschlossen, die Verdichtungsröhre an die untere Tiegelöffnung gefügt und darunter das zur Aufnahme des Zinkes bestimmte Gefäss gestellt, welches öfters mit Wasser gefüllt wird, um das Umherspritzen des niederfallenden Zinkes zu verhüten. Die untere Mündung der Fallröhre bleibt aber immer noch einige Zoll über dem Niveau des Wassers. Das destillirende Zink sammelt sich in Tropfen und als feines Pulver mit Zinkoxyd gemengt, in den Gefässen und wird demnächst in eisernen Gefässen umgeschmolzen.

Fig. 38.



Das auf der Oberfläche sich abscheidende Oxyd wird abgeschöpft und das Metall in Formen gegossen.

Zinkgewinnung aus Blende.

Zum Zugutemachen der Zinkblende giebt es zwei Wege: nach dem einen röstet man, und führt sie in den Zustand des Oxydes über, worauf man wie bei dem Galmei verfährt; nach dem anderen und vortheilhafteren macht man die Zinkblende direct zu gute. Dies geschieht dadurch, dass man eine zur gänzlichen Entschwefelung der Blende und Freiwerden des Zinkes hinreichende Menge Eisenerz zusetzt. Als Zuschlag wird gebrannter Kalk angewendet. Enthalten die zuzusetzenden Eisenerze Wasser und Kohlensäure, so müssen letztere durch vorhergehende Röstung entfernt werden, damit keine Substanz in den Ofen gelangt, welche das reducirte Zink wieder oxydiren kann. Giebt das Eisenerz Veranlassung zur Bildung einer grossen Menge von oxydirenden Substanzen, so wird die Zinkblende direct mit Roh- oder Schmiedeeisen zu gute gemacht.

Swindells hat vorgeschlagen, die Zinkblende mit Kochsalz zu rösten, wobei Glaubersalz und Chlorzink sich bilden, aus der durch Auslaugen erhaltenen Flüssigkeit zuerst krystallisirtes Glaubersalz zu gewinnen, dann daraus das Zinkoxyd durch Kalk niederzuschlagen und ersteres auf gewöhnliche Weise zu reduciren.

Eigenschaften des Zinks.

Das Zink ist von grauweisser, ins Bläuliche gehender Farbe, von meist blättrig krystallinischem, bisweilen sehr kleinblättrigem Gefüge, mit starkem Metallglanz auf den Flächen. Farbe, Gefüge und Glanz ändern sich in verschiedener Richtung ab, je nachdem das Zink mit anderen Metallen mehr oder weniger verunreinigt ist. Nach Bolley hat das nahe der Schmelzhitze ausgegossene Zink nach dem schnellen Erkalten ein spec. Gewicht von 7,178, langsam erkaltet von 7,145, das in der Glühhitze ausgegossene schnell erkaltet 7,109, langsam erkaltet 7,120. Durch Hämmern und Walzen wird das spec. Gewicht bis auf 7,2, sogar bis auf 7,3 erhöht. Ein Kubikfuss Zink wiegt demnach 360—390 Pfund. Das Zink ist etwas härter als das Silber, aber weniger hart als das Kupfer; es lässt sich schwer mit der Feile bearbeiten, weil das Metall sehr bald die Zähne der Feile verstopft, leichter mit der Raspel. Im reinen Zustande hat es fast Silberklang. Im Allgemeinen gehört es zu den spröden Metallen und besitzt nur geringe absolute Festigkeit (sie beträgt für den Quadratzoll im gegossenen Zustande nur etwa 2500, bei Draht und Blech dagegen 16,700— 19,800 Pfund). Dem Zusammendrücken dagegen widersteht es mit grosser Kraft. Zink im vollkommen reinen Zustande ist schon bei gewöhnlicher Temperatur etwas dehnbar und kann zu dünnen Blechen ausgetrieben werden, ohne Kantenrisse zu erhalten. Diese Dehnbarkeit verschwindet aber schon durch geringe Verunreinigung mit anderen Metallen, so dass das nicht vollkommen reine Zink bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Hammer zerspringt. Das Zink schmilzt bei 412°. Bei angehender Weissglühhitze (bei 1040°) verflüchtigt es sich und lässt sich bei Abschluss der Luft destilliren. Bei 500° entzündet es sich und verbrennt mit grünlicher, hellleuchtender Flamme zu nichtflüchtigem Zinkoxyd (Zinkweiss). In der Wärme dehnt sich das Zink sehr stark und zwar unter allen technisch wichtigen Metallen am stärksten aus (von 0—100° im Längendurchmesser um $^1/_{340}$, das gehämmerte um $^1/_{322}$), weshalb sich das geschmolzene Zink beim Erstarren sehr stark zusammenzieht. Beim Ausgiessen des Zinkes müssen die gusseisernen Formen stark erhitzt und die Temperatur des geschmolzenen Zinkes nicht sehr erhöht werden, damit die Erstarrung allmälig und bei einer möglichst geringen Temperaturdifferenz erfolge. Die Dehnbarkeit des Zinkes ist zwischen 100 und 150° am grössten und selbst das mit anderen Metallen verunreinigte Zink lässt sich bei dieser Temperatur ausdehnen. Diese Eigenschaft des Zinkes, in einer die Siedehitze des Wassers etwas

übersteigenden Temperatur dehnbar zu sein und im ausgedehnten Zustande es auch bei gewöhnlicher Temperatur zu bleiben, ist für die Technik von unschätzbarem Werthe. Ueber 150° verringert sich die Geschmeidigkeit des Zinkes, bei 200° ist das Metall so spröde, dass es zu Pulver zerstossen werden kann.

An feuchter Luft überzieht sich das Zink mit einer Haut von Oxyd, welche die darunter liegenden Zinktheile vor weiterer Oxydation schützt. Seiner leichten Oxydirbarkeit durch Wasser und Säuren wegen eignet es sich nicht zu Koch- und Milchgeschirren. Die das käufliche Zink verunreinigenden Metalle sind Eisen und Blei. Ein Bleigehalt von 0,5 pCt. macht das Zink geschmeidiger; man giebt deshalb dem zur Blechfabrikation dienenden Zink zuweilen einen geringen Bleizusatz. Für Zink, welches zu Messing benutzt werden soll, ist ein Bleigehalt schon von 0,25 pCt. höchst schädlich, indem dadurch die Festigkeit des Messings bedeutend abnimmt. Ein Eisengehalt von 0,3 pCt. — gewöhnlich eine Folge des Umschmelzens des Zinks in eisernen Kesseln — ist auf die Geschmeidigkeit des Zinkes ohne Einfluss. Durch einen grösseren Eisengehalt wird aber das Zink spröde und brüchig. Im Allgemeinen ist das Galmeizink reiner als das Blendezink. Der beim Auflösen des Zinkes in Säuren bleibende schwarze Rückstand, früher für Zinkcarburet gehalten, besteht aus Eisen, Blei und Kohle. Mit Eisen in Berührung bewahrt das Zink das Eisen vor Oxydation (galvanisirtes Eisen). Das Zink fällt viele andere Metalle aus ihren Lösungen, so namentlich Kupfer, Silber, Blei, Kadmium, Arsenik etc. Die Auflöslichkeit des Zinkes in verdünnten Säuren ist um so grösser, je mehr dasselbe mit fremden Metallen verunreinigt ist. Das käufliche Zink lässt sich durch wiederholte Destillation, besonders wenn der zuerst übergehende Antheil, aus kadmiumhaltigem Zink bestehend, beseitigt und die Destillation nicht bis zur Verflüchtigung des ganzen Zinkes fortgesetzt wird, von dem grössten Theile der fremden Metalle trennen.

Anwendung des Zinks. Das Zink findet Anwendung als Blech zum Dachdecken, zu Gefässen, zu Rinnen und Röhren, zur Druckerei, zu Platten und Cylindern für galvanische Apparate, den Zinklegirungen (Messing), als Bestandtheil der galvanischen Batterie, zum Trennen des Silbers vom Blei, zur Darstellung von Wasserstoff unter Mitwirkung von Wasser und Schwefelsäure oder Salzsäure ($Zn, HO, SO_3 = ZnO, SO_3 + H$), zum Protegiren des Eisens, zum Ueberziehen der Telegraphendrähte, zur Bereitung von Zinkvitriol, Zinkweiss u. s. w. Eine Hauptanwendung des Zinkes ist die zu Gusswaaren (Zinkguss) anstatt der Bronze.

Zinkweiss. Das Zinkweiss, Zinkoxyd, ZnO, das jetzt häufig als Ersatzmittel für Bleiweiss angewendet wird, stellt man aus schlesischem oder belgischem Zink durch Erhitzen an der Luft dar. Zu diesem Zwecke bringt man das Zink in Retorten aus Glashäfenmasse, welche denen der Leuchtgasfabriken sehr ähnlich und mit einer Oeffnung versehen sind, durch welche sie beschickt werden, und wodurch die Zinkdämpfe entweichen. Die Retorten liegen zu 8 — 10 in zwei rückwärts zusammenstossenden Reihen in einem Flammenofen. Sobald die Retorten bis zum Weissglühen erhitzt worden sind, werden 1—2 Zinktafeln in jede Retorte gebracht. Das Metall verwandelt sich in Dämpfe, welche durch die Oeffnung der Retorte entweichen, und sogleich nach ihrem Austritt aus der Retorte einen bis auf 300° erhitzten Luftstrom treffen, durch welchen das Zink verbrannt und in Zinkoxyd verwandelt wird. Das entstandene lockere Zinkoxyd wird durch den Luftstrom fortgerissen und in Kammern geführt, in welchen es sich allmälig absetzt. Das so erhaltene Zinkoxyd ist von weisser Farbe und kann sofort, ohne Mahlen oder Schlämmen mit dem Firniss verrieben werden. Das Zinkweiss kommt etwas theurer zu stehen als das Bleiweiss, deckt aber besser und zwar decken 10 Gewichtstheile Zinkweiss denselben Flächenraum wie 13 Gewichtstheile Bleiweiss. Der Zinkweissanstrich hat ferner vor dem Bleiweissanstrich den Vortheil, dass er auch bei schwefelwasserstoffhaltigen Ausdünstungen seine weisse Farbe behält. Durch Zusatz verschiedener Metallfarben kann man dem Zinkweiss jede beliebige Färbung ertheilen, so grün durch Rinmann's Grün, blau durch Ultramarin, citronengelb durch Schwefelkad-

mium und chromsaures Zinkoxyd, orangegelb durch Schwefelantimon, schwarz durch Kienruss.

Zinkvitriol. Der Zinkvitriol, das schwefelsaure Zinkoxyd, auch weisser Vitriol oder Galitzenstein ($ZnO, SO_3 + 7 HO$), kommt theils in der Natur als neueres Gebilde durch Verwitterung der Zinkblende entstanden vor, theils wird er künstlich aus der Blende dargestellt, theils auch als Nebenprodukt bei der Entwicklung von Wasserstoff erhalten. Er kommt in weissen Stücken vor, die zusammenziehend metallisch schmecken und als Zusatz zu den trocknenden Oelen bei der Firnissbereitung, zur Feuerversilberung, zum Desinficiren der Kloaken und in den Kattundruckereien benutzt werden. Beim Erhitzen zerfällt der Zinkvitriol in Zinkoxyd, schweflige Säure und Sauerstoff (neue und praktische Methode der Darstellung des Sauerstoffs im Grossen).

Chromsaures Zinkoxyd. Das chromsaure Zinkoxyd, durch Fällen von Zinkvitriol mit chromsaurem Kali erhalten, ist ein schön gelber Niederschlag, der in dem Kattundruck Anwendung findet, da er sich in Ammoniak löst und nach der Verflüchtigung des Ammoniaks als unlösliches Pulver wieder abscheidet. Seit einiger Zeit kommt auch eine basisch chromsaure Zinkoxydverbindung unter dem Namen Zinkgelb in dem Handel vor.

Chlorzink. Das Chlorzink $Zn Cl$ erhält man durch Auflösen von metallischem Zink in Salzsäure, oder am vortheilhaftesten als Nebenprodukt in den Soda- und Schwefelsäurefabriken, wenn man die überflüssige und häufig kaum zu verwerthende Salzsäure noch warm auf gemahlene Zinkblende einwirken lässt und den entweichenden Schwefelwasserstoff sogleich durch Verbrennen zu schwefliger Säure und Wasser wieder zur Schwefelsäurefabrikation benutzt. Die erhaltene Lösung wird bis zur Syrupsconsistenz abgedampft. Wasserfrei erhält man das Chlorzink durch Erhitzen eines Gemenges von Zinkvitriol und Kochsalz ($ZnO, SO_3 + Na Cl = NaO, SO_3 + Zn Cl$), wobei Chlorzink sublimirt.

Ihrer Eigenschaft wegen, gewisse organische Substanzen in Folge von Wasserentziehung mehr oder minder zu verändern, lässt sich eine concentrirte Chlorzinklösung in vielen Fällen anstatt der englischen Schwefelsäure verwenden. So ist z. B. das Chlorzink im Stande, die Schwefelsäure beim Läutern des Brennöls zu ersetzen, da das Chlorzink nur die Unreinigkeiten, nicht aber das Oel selbst angreift. Da die Farbstoffe des Krapps durch Chlorzink nicht verändert werden, dagegen die Holzfaser dadurch zerstört wird, so ist es sehr wahrscheinlich, dass man Krapp eben sowohl durch Chlorzinklösung als durch Schwefelsäure in Garancin wird überführen können. Dass dort, wo die Schwefelsäure durch Bildung gepaarter Substanzen wirkt, wie z. B. beim Auflösen des Indigs, oder wo sie zur Zersetzung von Salzen dient, wie z. B. bei der Ausscheidung der Stearinsäure aus dem Kalksalze, das Chlorzink nicht als Ersatzmittel angewendet werden kann, bedarf kaum der Erwähnung. Mit dem grössten Vortheil hat man das Chlorzink zum Conserviren von Holz, namentlich der Eisenbahnschwellen benutzt.

Das sogenannte Löthsalz ist eine Verbindung von Chlorzink mit Salmiak ($Cl Zn + NH_4 Cl$); in Lösung als Löthwasser erhält man es durch Auflösen von 3 Loth Zink in starker Salzsäure und Zusetzen von 3 Loth Salmiak.

Zinkoxychlorür (basisch salzsaures Zinkoxyd), dadurch erhalten, dass man in flüssiges Chlorzink (oder Eisen- oder Manganchlorür) Zinkweiss (Zinkoxyd) einrührt, ist in neuerer Zeit von Sorel als plastische Masse (Metallkitt, Zahnkitt) vorgeschlagen worden.

Das Kadmium.

(Cd = 56.)

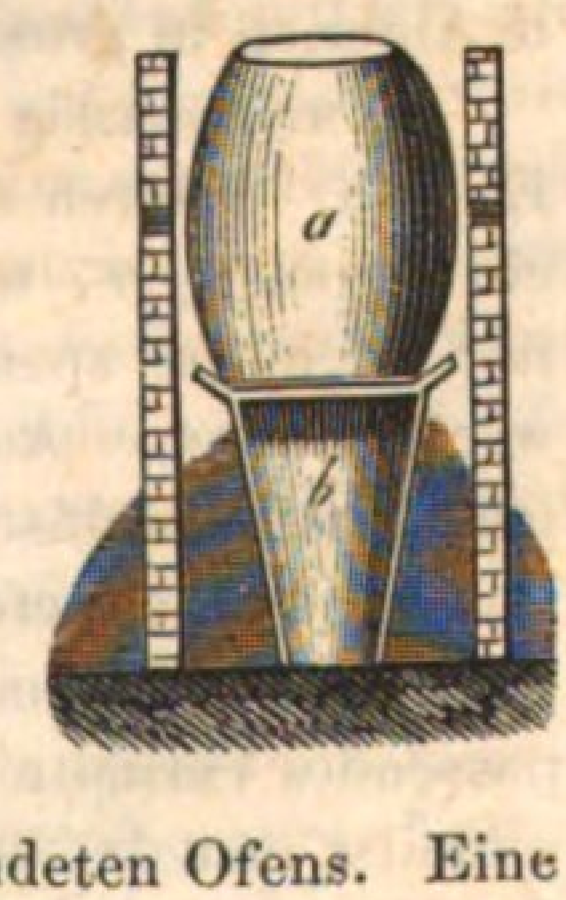
Kadmium. Das Kadmium, ein seltener vorkommendes und technisch noch wenig benutztes Metall, ist ein fast steter Begleiter des Zinkes in den Zinkerzen, besonders in dem schlesischen Galmei. Es wurde 1817 fast gleichzeitig von Stromeyer in Hannover und Hermann in Schönebeck entdeckt. Das Kadmium steht hinsichtlich seiner Eigenschaften in der Mitte zwischen Zinn und Zink; es ist zinnweiss, stark glänzend, dehnbar und hämmerbar und verliert an der Luft nach und nach seinen Glanz. Es hat ein spec. Gewicht von 8,6—9,05, schmilzt bei 360° und lässt sich leicht destilliren. In den Handel kommt es gewöhnlich in 4—6 Loth schweren Stäben. Der oberschlesische Galmei enthält bis zu 5 pCt. Kadmium, die Oberharzer Zinkblende 0,35—0,58 pCt. Der Kadmiumgehalt dieser Erze concentrirt sich in dem bräunlichen Rauche, der im Anfang der Zinkdestillation sich zeigt. Dieser Rauch, aus reinem und kohlensaurem Zink- und Kadmiumoxyd bestehend, dient als Kadmiumerz. Die Reduction desselben geschieht mittelst Holzkohle in kleinen, cylindrischen, gusseisernen Retorten, die mit konischem Vorstoss von Eisenblech versehen sind. Das in dem Vorstosse befindliche Metall wird in Gestalt von Stangen von Fingerdicke in den Handel gebracht. Mit Blei, Zinn und Wismut bildet es Wood's Metalllegirung. Eine Legirung von 3 Th. Kadmium, 4 Th. Zinn, 15 Th. Wismut und 8 Th. Blei schmilzt schon bei 70°. Von den Kadmiumpräparaten findet nur das Schwefelkadmium (Cd S) als gelbe Malerfarbe Anwendung. Man erhält sie am schönsten durch Fällen einer Lösung von schwefelsaurem Kadmiumoxyd mit Schwefelnatrium, Auswaschen, Pressen und Trocknen des Niederschlages.

Das Antimon.

(Sb = 122.)

Antimon. Das Antimon (Spiessglanz, Spiessglas) findet sich am häufigsten mit Schwefel verbunden als Grauspiessglanzerz (SbS_3), das auf Lagern und Gängen im Granit, und im krystallinischen Schiefer- und Uebergangsgebirge bricht. Man gewinnt es, indem man das Grauspiessglanzerz (Schwefelantimon) aus den Erzen ausschmilzt. Das Ausschmelzen geschieht in einigen Gegenden, wie auf dem Wolfsberg bei Harzgerode, in Tiegeln *a*, deren Boden durchlöchert sind, und die auf kleineren Tiegeln *b* stehen. (Fig. 39.)

Fig. 39.



Um das Brennmaterial besser zu benutzen, wendet man an anderen Orten, so in Ungarn, eine ähnliche Vorrichtung mit zwei Töpfen oder Tiegeln an, bringt die Tiegel aber in der Weise auf den Herd eines Flammenofens, dass nur die oberen, beschickten Tiegel von der Flamme bestrichen werden. Die unteren Tiegel stehen ausserhalb des Ofens vor jedem grösseren Tiegel in kleinen Gewölben und sind mit den Tiegeln durch Thonröhren in Verbindung gesetzt. Fig. 40 zeigt den Verticaldurchschnitt, Fig. 41 den Grundriss des zum Aussaigern angewendeten Ofens. Eine Erläuterung der Zeichnung ist überflüssig.

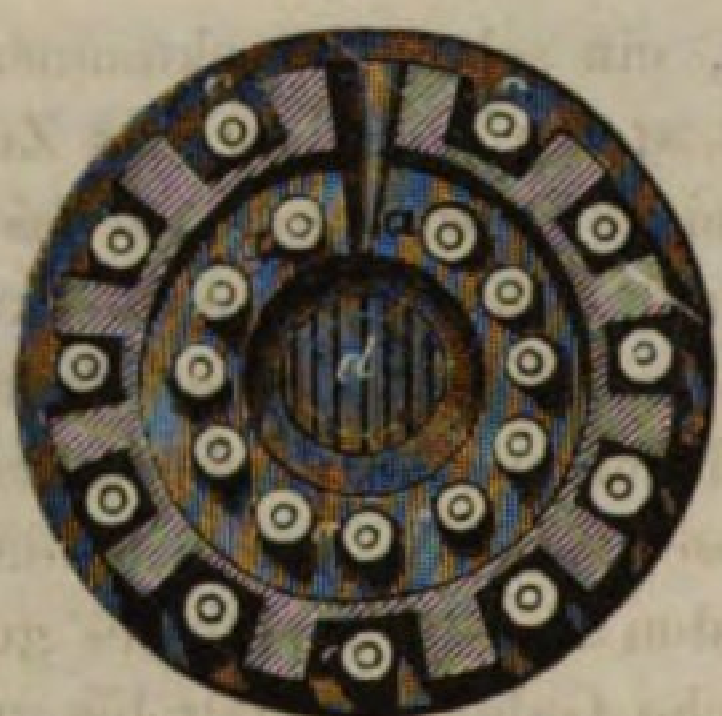
Am schnellsten lässt sich die Aussaigerung des Schwefelantimons bewerkstelligen

wenn man das Antimonerz unmittelbar auf den geneigten Herd eines Flammenofens *e* (Fig. 42) bringt und dafür sorgt, dass das aussaigernde Schwefelantimon von dem tiefsten Punkte des Herdes durch eine Rinne *e* nach einem ausserhalb des Ofens befindlichen Recipienten *f* fliesst. Erst nachdem das Erz sich in einem erweichten Zustande befindet und eine Schlackendecke sich gebildet hat, wird die Abstichöffnung verschlossen und das Feuer verstärkt. Das noch im Erze zurückgebliebene Schwefelmetall sammelt sich unter der Schlacke und wird nach Beendigung der Operation abgestochen.

Fig. 40.

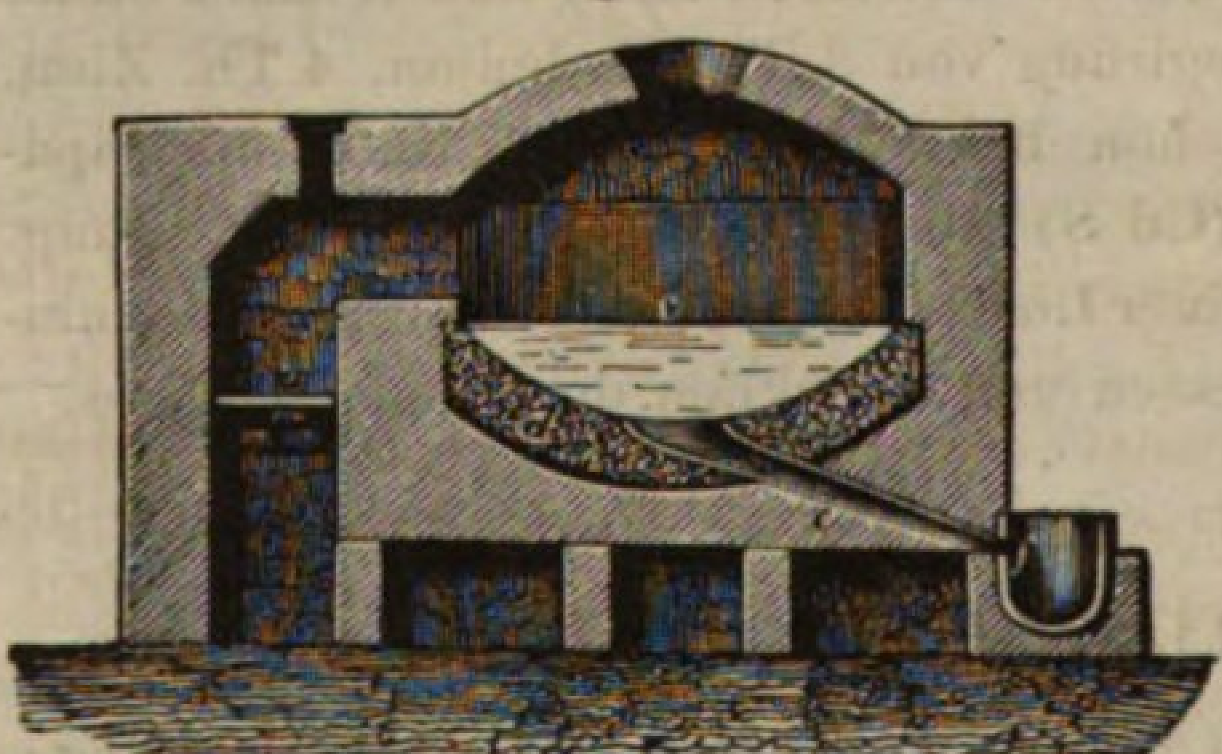


Fig. 41.



Das metallische Antimon stellt man aus dem Schwefelantimon auf zweierlei Weise dar, entweder röstet man das ausgesaigerte Schwefelantimon, oder man zersetzt es durch angemessene Zuschläge.

Fig. 42.



Zur Gewinnung des Antimons mittelst der Röstarbeit wird das Schwefelantimon auf der Sohle eines Flammenofens unter beständigem Umrühren geröstet bis es in antimonsaures Antimonoxyd übergeführt worden ist. Das geröstete Produkt, die Spiessglanzasche wird in Tiegeln reducirt. Zur Reduction würde schon Kohle genügen, allein da das Röstgut immer unzersetztes Schwefelantimon enthält, sich ferner Antimonoxyd verflüchtigen würde, wenn man keine Decke anwendete, vermischt man die Spiegelglanzasche mit rohem Weinstein, oder Kohle und kohlensaurem Natron. Zur Reduction genügt starke Rothglühhitze. Man lässt den Regulus langsam unter der Schlackendecke erstarren, damit er jene sternförmig krystallinische Oberfläche erhalte, welche man im Handel begehrt.

In neuerer Zeit stellt man auch Antimon in England und Frankreich aus dem in Algerien in grosser Menge vorkommenden Weissspiessglanzerze SbO_3 dar.

Zweckmässig entfernt man den Schwefel aus dem Schwefelantimon durch Eisen. Durch die alleinige Anwendung des Eisens ist der Erfolg der Zersetzung ein ungünstiger, weil die Trennung des Schwefeleisens von dem Antimon wegen des fast gleichen specifischen Gewichtes beider Substanzen nur schwierig ausgeführt werden kann. Aus diesem Grunde und um der Schwefelverbindung ausser einem geringeren specifischen Gewicht grössere Leichtflüssigkeit zu geben, setzt man kohlensaures oder schwefelsaures Alkali hinzu. 100 Th. Schwefelantimon, 42 Th. Schmiedeeisen, 10 Th. calcinirtes schwefelsaures Natron und $3^1/_3$ Th. Kohle haben sich als passendes Verhältniss bewährt. Um zugleich einen arsenikfreien Regulus zu erlangen, schmilzt man das nach der angegebenen Vorschrift erhaltene Antimon und zwar 16 Th. desselben, den man, wenn er noch nicht eisenhaltig genug ist, mit 2 Th. Schwefeleisen versetzen kann, mit 1 Th. Schwefelantimon und 2 Th. trockner Soda zusammen

und erhält die Masse eine Stunde lang im Fluss. Den Regulus schmilzt man noch ein zweites Mal mit $1^1/_2$ Th. und ein drittes Mal mit 1 Th. Soda bis die Schlacke hellgelb ist. Zur Abscheidung des Arseniks scheint die Gegenwart von Schwefeleisen Bedingung zu sein, indem wahrscheinlich eine dem Arsenikkies ähnlich zusammengesetzte Verbindung entsteht.

Eigenschaften des Antimons. Das im Handel vorkommende Antimon ist niemals chemisch rein, sondern enthält Arsenik, Eisen, Kupfer und Schwefel. Der Einfluss dieser Verunreinigungen auf die physikalischen Eigenschaften des Antimons ist um so weniger bekannt, als man die Eigenschaften des reinen Antimons selbst so gut als noch nicht kennt. Durch Schmelzen des Antimons mit Antimonoxyd reinigt man das Antimon; das Oxyd oxydirt dabei den Schwefel und das Eisen und wird in demselben Verhältniss reducirt. Das Antimon ist fast silberweiss mit einem Stich ins Gelbliche, besitzt starken Metallglanz und eine blättrig krystallinische Structur. Es krystallisirt ebenso wie das isomorphe Arsenik und Wismut in deutlichen Rhomboëdern, hat ein spec. Gewicht von 6,8 und schmilzt bei 425 °. Beim Erstarren dehnt sich das geschmolzene Metall nicht aus. Es ist ziemlich feuerbeständig und beginnt erst in starker Weissglühhitze sich zu verflüchtigen. Es ist ausserordentlich spröde und nicht dehnbar, und lässt sich sehr leicht in Pulver verwandeln. An Härte übertrifft es das Kupfer. Mit anderen Metallen vereinigt es sich leicht und ertheilt denselben im Allgemeinen Sprödigkeit. Zinn und Blei wird zuweilen durch Zusatz von etwas Antimon hart gemacht.

Das unter dem Namen Eisenschwarz vorkommende und zum Bronziren von Gyps- und Papiermachéfiguren angewendete Pulver, durch welches diese Figuren das Ansehen von blankem Stahl erhalten, ist feinzertheiltes Antimon, aus einer Antimonlösung durch Ausfällen mittelst Zink erhalten.

Legirungen des Antimons. Das Antimon wird in grösster Menge von den Schriftgiessern gebraucht. Das Schriftgiessermetall besteht aus 1 Th. Antimon und 4 Th. Blei, ausserdem häufig noch aus einer geringen Menge Kupfer.

Antimonoxyd. Das Antimonoxyd, SbO_3 durch Rösten von Schwefelantimon, oder durch Fällen von Chlorantimonlösung mit kohlensaurem Natron, Auswaschen und Trocknen des Niederschlages dargestellt, ist neuerdings als Bleiweisssurrogat vorgeschlagen worden.

Schwefelantimon. Das ausgesaigerte Schwefelantimon findet sich im Handel meist in der kegelförmigen Gestalt der Gefässe, in denen es erstarrt; es ist metallischglänzend, graphitfarben, sehr weich und auf dem Bruche strahlig krystallinisch. Es enthält gewöhnlich Eisen, Blei, Kupfer und Arsenik.

Neapelgelb. Das Neapelgelb, eine orangegelbe, sehr beständige Oel- und Schmelzfarbe, ist wesentlich antimonsaures Bleioxyd und wird auf folgende Weise dargestellt: Man mengt 1 Th. Brechweinstein (weinsaures Antimonoxyd-Kali) mit 2 Th. salpetersaurem Bleioxyd und 4 Th. Kochsalz, glüht das Gemenge bei mässiger Rothglühhitze zwei Stunden lang, so dass es schmilzt, und bringt die geglühte Masse nach dem Erkalten in Wasser, wo sie zu einem feinen Pulver zerfällt und das Kochsalz sich auflöst. Für Schmelzfarben wird das Neapelgelb, um es heller zu machen, mit Bleiglas zusammengeschmolzen. Neuerdings stellt man es durch Rösten eines Gemenges von antimoniger Säure mit Bleiglätte dar.

Antimonzinnober. Der Antimonzinnober (SbO_3, $2\,SbS_3$), ein dem Zinnober an Farbe ähnliches Präparat, wird erhalten, indem man unterschwefligsaures Natron auf Antimonchlorür und Wasser einwirken lässt; es bildet sich beim Erhitzen bis zum Sieden ein Niederschlag, der sich leicht absetzt, ausgewaschen und getrocknet

wird. Er bildet ein carminrothes zartes Pulver von sammetähnlicher Beschaffenheit. Luft und Licht verändern ihn nicht. Er kann als Wasserfarbe wie als Oelfarbe Verwendung finden.

Um ihn im Grossen darzustellen, verfährt man nach E. Kopp auf folgende Weise:

1) *Bereitung des Antimonchlorids.* Man röstet Schwefelantimon in einem Luftstrom, welchem Wasserdampf beigemengt ist; das Schwefelantimon verwandelt sich hierbei zum grössten Theile in Antimonoxyd. Die beim Rösten sich bildende schweflige Säure dient zur Darstellung von unterschwefligsaurem Kalk. Das Antimonoxyd wird in gewöhnlicher Salzsäure gelöst.

2) *Bereitung des unterschwefligsauren Kalkes.* Man lässt schweflige Säure auf Schwefelcalcium oder Calciumoxysulfuret (Rückstand der Sodafabriken) bei Gemenge von Wasser einwirken.

3) *Bereitung des Antimonzinnobers.* Man füllt mit Dampf geheizte grosse Holzbottiche zu $^7/_8$ mit der Lösung des unterschwefligsauren Kalkes an, setzt dann nach und nach Antimonchlorürlösung zu und erhitzt unter Umrühren bis auf etwa 60°. Die Reaction tritt bald ein und es bildet sich ein orangerother Niederschlag, der nach dem Absetzenlassen auf einem Leinwandfilter gesammelt, ausgewaschen und bei etwa 50° getrocknet wird.

Das Arsenik.

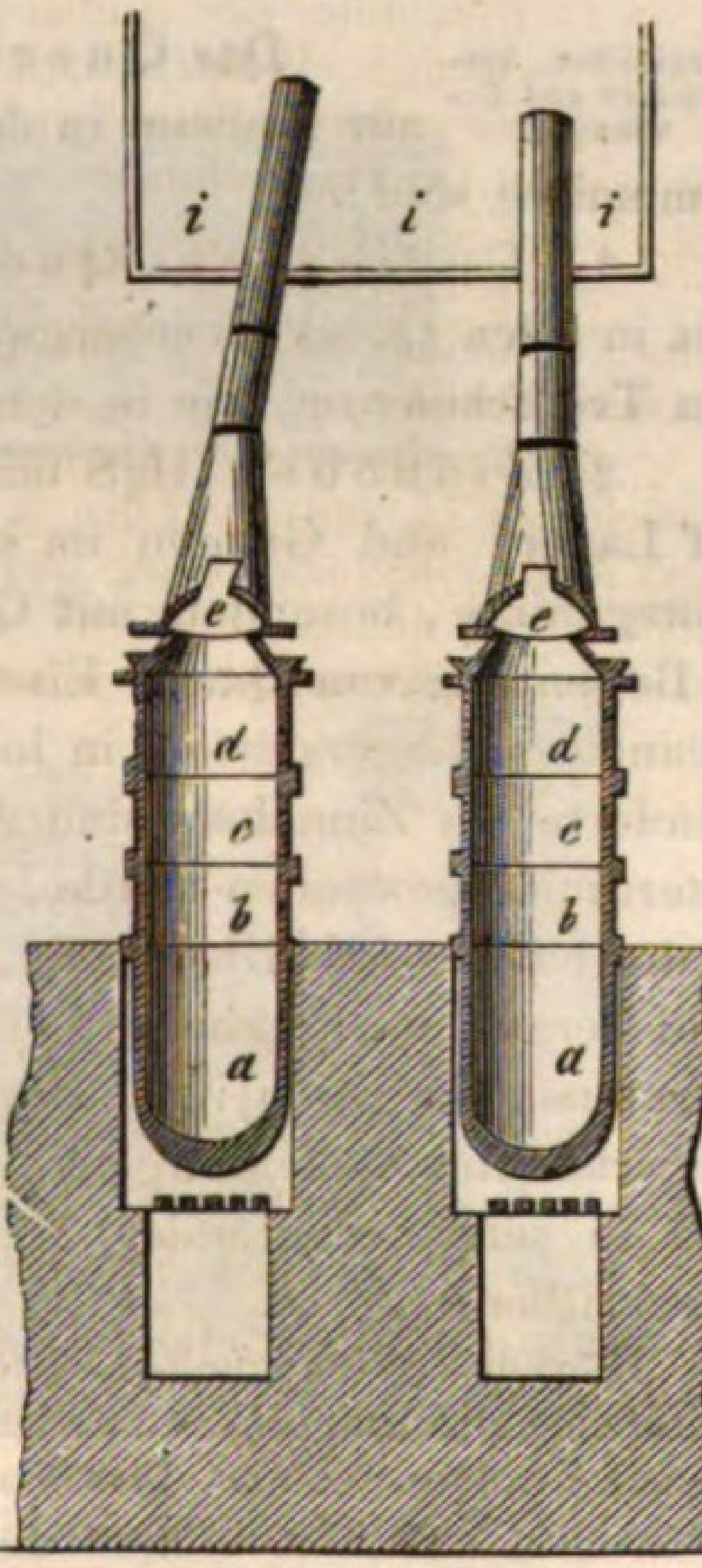
(As = 75.)

Arsenik. Zwar nicht zu den Metallen gehörig, mag doch das Arsenik wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Antimon seinen Platz neben diesem Metalle finden. Das Arsenik findet sich in der Natur entweder gediegen oder mit Schwefel, Metallen und Schwefelmetallen verbunden. Die Oxydationsstufen des Arseniks kommen dagegen in der Natur sehr selten vor. Das Arsenik ist ein fester krystallinischer Körper von stahlgrauer glänzender Farbe. Man stellt es im Grossen durch Sublimation des in der Natur vorkommenden gediegenen Arseniks dar, im Kleinen durch Reduction des weissen Arseniks (der arsenigen Säure: $AsO_3 + 3\,C = 3\,CO + As$). Es erscheint im Handel in schwarzgrauen, metallglänzenden Krusten und führt den Namen Fliegenstein, Scherbenkobalt oder Näpfchenkobalt, der zuweilen 8—10 pCt. Schwefelarsenik beigemengt enthält. Das reine Arsenik findet nur selten Anwendung, man benutzt es bei der Fabrikation von Schrot und zur Darstellung des Weissfeuers.

Arsenige Säure. Die arsenige Säure oder das weisse Arsenik, AsO_3 (Rattengift, Giftmehl, Hüttenrauch), wird bei der Verarbeitung arsenikhaltiger Erze in den Blaufarbenwerken, auf Zinn- und Silberhütten und dergl. als Nebenprodukt gewonnen, indem man die arsenikhaltigen Erze in Flammenöfen röstet und die sich entwickelnden Dämpfe durch Kanäle und Kammern leitet, um die arsenige Säure zu verdichten. In Schlesien wird Arsenikkies eigends zur Gewinnung von arseniger Säure geröstet. Man erhält auf diese Weise die arsenige Säure in pulverförmigem Zustande, als Arsenik- oder Giftmehl; um sie zu raffiniren, wird dieses Pulver sublimirt. Das Sublimiren geschieht in eisernen Kesseln *a* (Fig. 43), auf welche man eiserne Ringe *bcd* und auf diese eine Haube *e* stellt, welche vermittelst der Röhren mit der Kammer *i* in Verbindung steht. Neben dieser Kammer befinden sich noch einige andere Kammern. Nachdem alle Fugen verstrichen worden sind, beginnt die Sublimation. Die Hitze muss dabei so gesteigert werden, dass die in der Kammer *i* sich ansammelnde arsenige Säure weich zu werden beginnt; nach dem Erkalten erscheint sie als ein vollkommenes Glas (Arsenikglas) mit muschligem Bruche, Glasglanz und Durchsichtigkeit, das mit der Zeit weiss, porcellanartig, opal- und

wachsartig glänzend wird. Sie ist wie alle anderen Arsenikpräparate im höchsten Grade giftig. Zuweilen finden sich in der arsenigen Säure kleine Mengen von Schwefelarsenik und von Antimonoxyd. Man benutzt die arsenige Säure in der Kattundruckerei, zur Reinigung des Glases während des Schmelzens, zur Darstellung von Arsenikpräparaten (arsenigsaure Alkalien, Schweinfurter Grün und andere Kupferfarben), beim Ausstopfen von Thierbälgen u. s. w.

Fig. 43.



Arsensäure. Die Arsensäure, As O_5, durch Kochen von 4 Kilogr. arseniger Säure mit 300 Kilogr. Salpetersäure von 1,35 spec. Gewicht und Abdampfen der Lösung bis zur Trockne erhalten, wird zuweilen anstatt der Weinsäure in der Zeugdruckerei angewendet. Das saure arsensaure Natron, welches gegenwärtig in den Färbereien und Zeugdruckereien als Befestigungsmittel der Beizen, überhaupt als Surrogat des Kuhkothes verwendet wird, und aus 25 Th. Natron und 75 Th. Arsensäure besteht, wird durch vorsichtiges, aber längere Zeit fortgesetztes Erhitzen von 36 Th. arseniger Säure mit 30 Th. Natronsalpeter dargestellt.

Schwefelarsenik. Unter den Schwefelungsstufen des Arseniks giebt es zwei, die in der Technik Anwendung finden, es sind dies das Realgar und das Operment.

Realgar. Realgar, rothes Arsenik, Rubinschwefel, Rauschroth (AsS_2) kommt schon in der Natur häufig auf Erzgängen krystallinisch oder in deutlichen Krystallen vor und wird künstlich dargestellt, indem man Schwefel mit überschüssigem Arsenik oder arseniger Säure zusammenschmilzt, oder im Grossen Arsenikkies mit Schwefelkies der Destillation unterwirft. Realgar erscheint als rubinrothe Masse von muschligem Bruche, die mit salpetersaurem Kali gemengt und angezündet unter Verbreitung eines weissen glänzenden Lichtes verbrennt. Auf dieser Eigenschaft beruht seine

Weissfeuer. Anwendung zu Weissfeuer; der Satz dazu besteht aus 24 Th. Salpeter, 7 Th. Schwefel und 2 Th. Realgar.

Operment. Operment, Auripigment, Rauschgelb (AsS_3) findet sich ebenfalls in der Natur und wird künstlich durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Arsenik oder Realgar, oder durch Destillation von einer entsprechenden Menge Arsenikkies und Schwefelkies dargestellt. Es erscheint in derben, hellorangegelben, durchsichtigen Massen, die fast stets arsenige Säure enthalten. Auf nassem Wege erhält man es durch Fällen einer salzsauren Lösung von arseniger Säure mit Schwefelwasserstoffgas, oder durch Zersetzen von Schwefelarsenik-Schwefelnatrium ($As\,S_3 + Na\,S$, durch Schmelzen von arseniger Säure mit Schwefel und kohlensaurem Kali dargestellt) mit verdünnter Schwefelsäure. Man benutzt es in der Färberei als Re-

Rusma. ductionsmittel des Indigs und zur Darstellung des Rusma's; letzteres besteht aus 9 Th. Kalk und 1 Th. Operment mit etwas Wasser zu einem Teig gemacht. Es wird von den Orientalen als Enthaarungsmittel angewendet, lässt sich aber zweckmässig durch das Calciumsulfhydrat, erhalten durch Leiten von Schwefelwasserstoffgas in Kalkbrei, bis letzterer eine graublaue Farbe angenommen hat, ersetzen.

Das Quecksilber.

(Hg = 100.)

Quecksilber. Vorkommen und Gewinnung.

Das Quecksilber gehört zu den seltener vorkommenden und nur sparsam in der Erdrinde vertheilten Metallen. Die wichtigen Vorkommnisse sind:

1) Gediegenes Quecksilber, zuweilen etwas Silber enthaltend, kommt fast in allen Quecksilberbergwerken, doch meist nur in geringer Quantität, in Gestalt von Tröpfchen vor, die in den Höhlungen des porösen Gesteines haften.

2) Zinnober (HgS mit 86,29 Quecksilber und 13,71 Schwefel); er bricht auf Lagern und Gängen im krystallinischen Schiefergebirge, im Uebergangs- und Flötzgebirge, besonders mit Quecksilber, auch mit Schwefelkies und anderen Erzen, in Begleitung von Quarz, Eisenspath, Kalkspath etc., und kommt zuweilen auch auf secundären Lagerstätten, in losen abgerundeten Stücken vor. Die ausgezeichnetsten Fundorte des Zinnobers sind Almaden und Almadenejas in Spanien, wo er schon im Alterthume gewonnen wurde, und Idria in Krain. Ferner findet sich der Zinnober in der bayerischen Rheinpfalz, besonders bei Wolfstein, am Stahlberge, Moschellandsberge, am Potzberge bei Kusel, zu Neumärktel in Krain, in einigen Gegenden Kärntens, zu Eisenerz in Steiermark, Horzowitz in Böhmen, an mehreren Orten Ungarns und Siebenbürgens, am Ural, in China und Japan, in Mexico und Peru, und in sehr bedeutender Menge in Californien. Der Zinnober ist das Hauptquecksilbererz.

Hierbei verdient auch das Quecksilberlebererz Erwähnung, ein unreiner, mit vielen thonigen und bituminösen Theilen gemengter Zinnober oder auch ein zinnober- und paraffinreicher Kohlenschiefer. Das Vorkommen des Lebererzes ist, soviel bekannt, auf Krain beschränkt. Von den übrigen Quecksilbererzen sei nur noch das Quecksilberfahlerz mit 2—15 pCt. Quecksilber erwähnt.

Die Gewinnung des Quecksilbers aus dem Zinnober geschieht

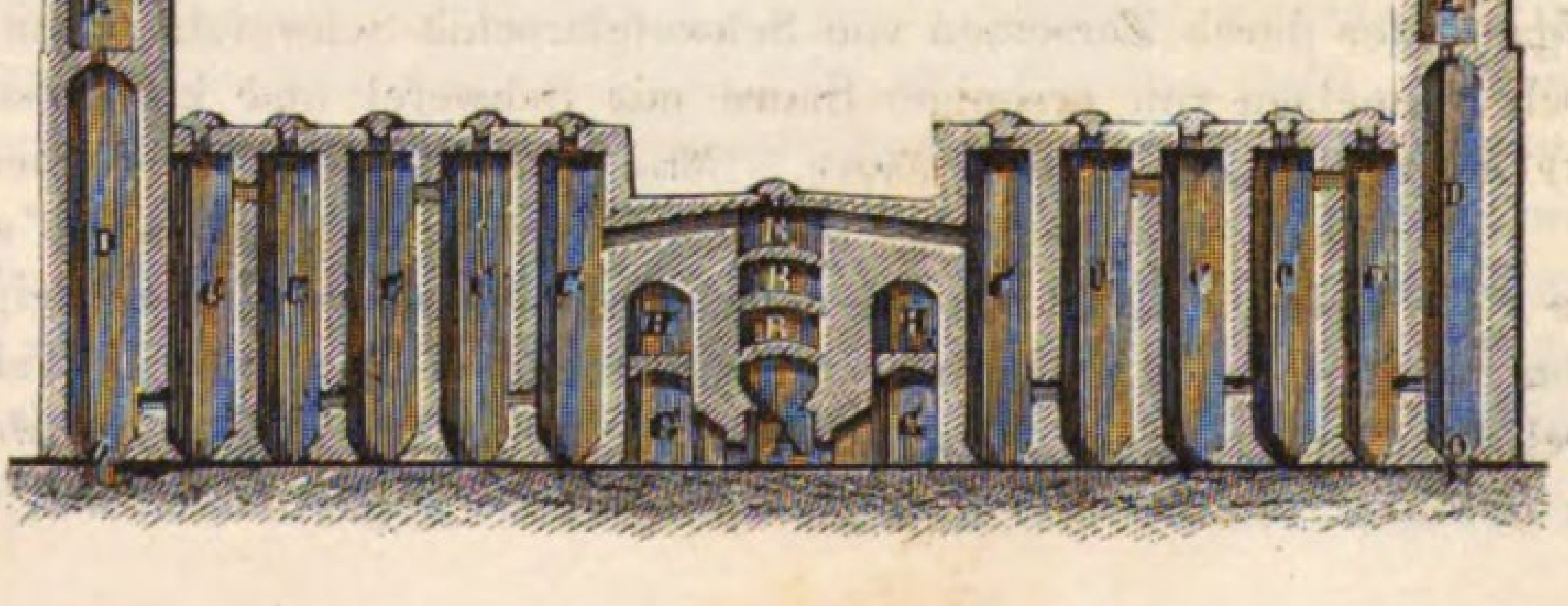
1) durch Rösten und zwar in Schachtöfen, wobei die Verdichtung der Quecksilberdämpfe in gemauerten oder eisernen Kammern vor sich geht wie in Idria, oder in röhrenartig zusammengefügten Thongefässen (Aludeln) wie zu Almaden in Spanien;

2) durch Zerlegen des Zinnobers in geschlossenen Räumen durch Zuschläge wie durch Eisenhammerschlag oder durch Kalk, wie in Böhmen und in der Pfalz.

Verfahren in Idria.

Die Apparate, die zur Gewinnung des Quecksilbers in Idria Anwendung finden, sind durch die Zeichnungen Fig. 44, 45 und 46 versinnlicht. *A* ist ein Röstofen, welcher auf beiden Seiten mit einer Reihe von Verdichtungskammern *C*, *C*... *D* in Verbindung steht. Das zu röstende Erz schüttet man in groben Stücken auf das Gewölbe *n n'* des Ofens, welcher mit zahlreichen Oeffnungen versehen ist und füllt den Raum *V* vollständig damit an; auf das Gewölbe *pp'* kommt Erz in

Fig. 44.

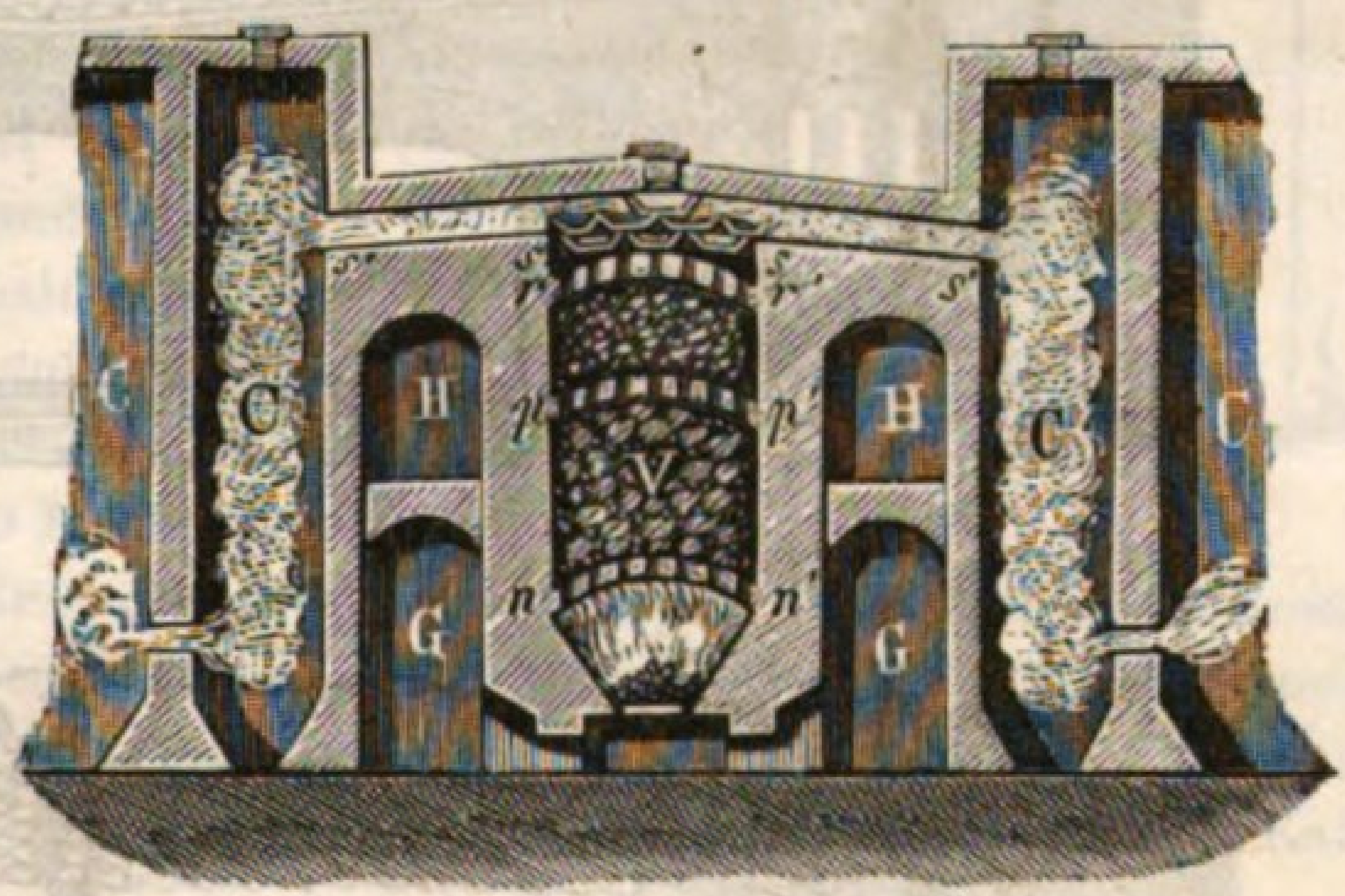


kleinen Stücken, endlich auf $r r'$ bringt man Staub und die quecksilberhaltigen Rückstände früherer Operationen. Nachdem der Ofen beschickt ist, entzündet man das Brennmaterial, gewöhnlich Buchenholz auf dem Roste. Man steigert nach und nach

Fig. 45.



Fig. 46.

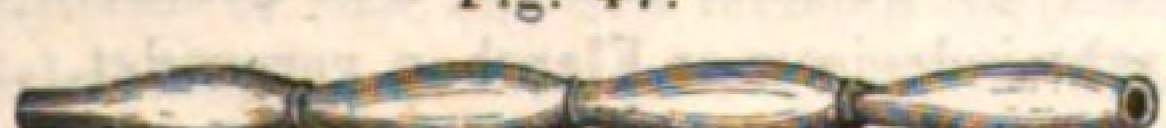


die Hitze bis zum Dunkelrothglühen und erhält sie darin 10—12 Stunden. Durch den stattfindenden starken Zug gelangt die zum Rösten des Schwefelquecksilbers erforderliche Luft in den Ofen. Durch die hohe Temperatur entweicht der Zinnober aus dem Erz in Dampfgestalt und verwandelt sich durch die Einwirkung des Sauerstoffs der Luft in schweflige Säure und metallisches Quecksilber ($HgS + 2 O = SO_2 + Hg$). Die Verbrennungsprodukte entweichen durch ein Rohr in die massiven, mit Cement überzogenen Verdichtungskammern *C C*..., deren Sohle aus festgestampftem Thon in Form zweier gegen einander geneigter Ebenen besteht, von welchen das condensirte Quecksilber in einer Steinrinne in ein Reservoir aus Porphyr abfliesst. In der letzten Kammer fliesst aus dem Wasserbehälter fortwährend kaltes Wasser ein. Die letzten Spuren von Quecksilber verdichten sich in den Rauchkammern *D*, *D*.

Um Brennmaterial und Zeit zu ersparen, hat man in der neueren Zeit in Idria Versuche mit Flammenöfen angestellt, welche eine ununterbrochene Quecksilberdestillation gestatten.

Verfahren in Spanien. Bei der Einrichtung in Almaden geschieht die Verdichtung der Quecksilberdämpfe in Aludeln, d. i. birnförmigen, an beiden Enden offenen Gefässen von gebranntem Thon, welche so in einander gefügt werden, dass, wie Fig. 47 zeigt, das dünnere Ende des einen in das weitere des anderen passt, und dass nach dem Lutiren der Fugen mit Thon und Asche lange Reihen — Aludelschnüre — entstehen. Der Ofen *A* ist ein cylindrischer Schachtofen, der durch ein durchbrochenes

Fig. 47.



Gewölbe in zwei Abtheilungen getheilt ist. In der untern Abtheilung wird gefeuert, in die obere wird das Erz gebracht, in der Weise, dass zu unterst grosse Stücke eines zinnoberhaltigen Sandsteines gebracht werden, der wegen geringen Gehaltes keine weitere Scheidung zulässt; auf diese Steine bringt man das reiche Erz. Ein Gewölbe schliesst oben den Ofen; die Oeffnung zum Eintragen der obersten Schichten

ist mit einer lutirten Thonplatte bedeckt. Die Dämpfe treten zuerst in die Kammern *c c* und dann in die zwölf Aludelreihen. Jede Reihe ist 65—66 Fuss lang und zählt 44 Aludeln; es sind demnach 528 Aludeln in jedem Ofen. Die Reihen liegen auf

Fig. 48

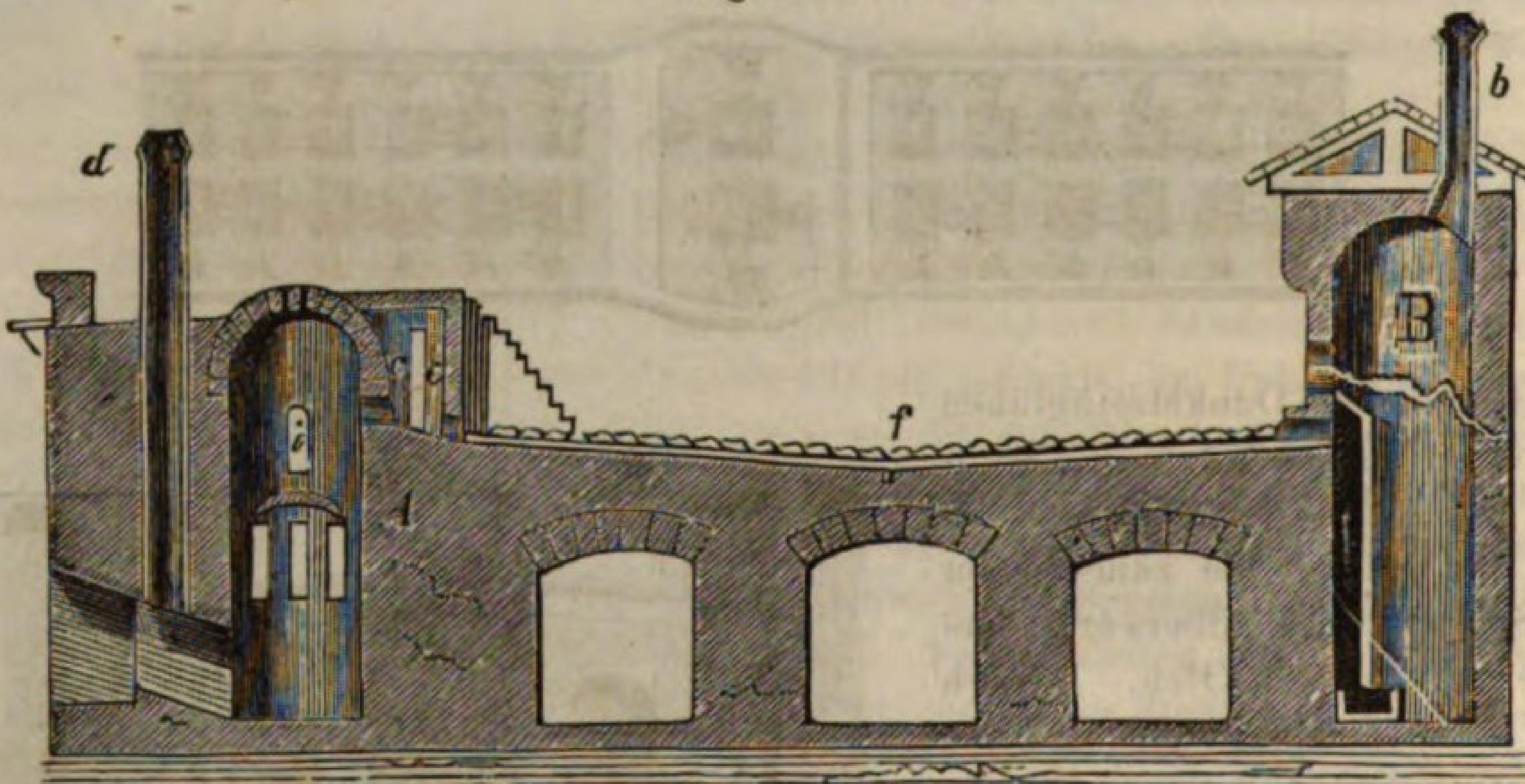
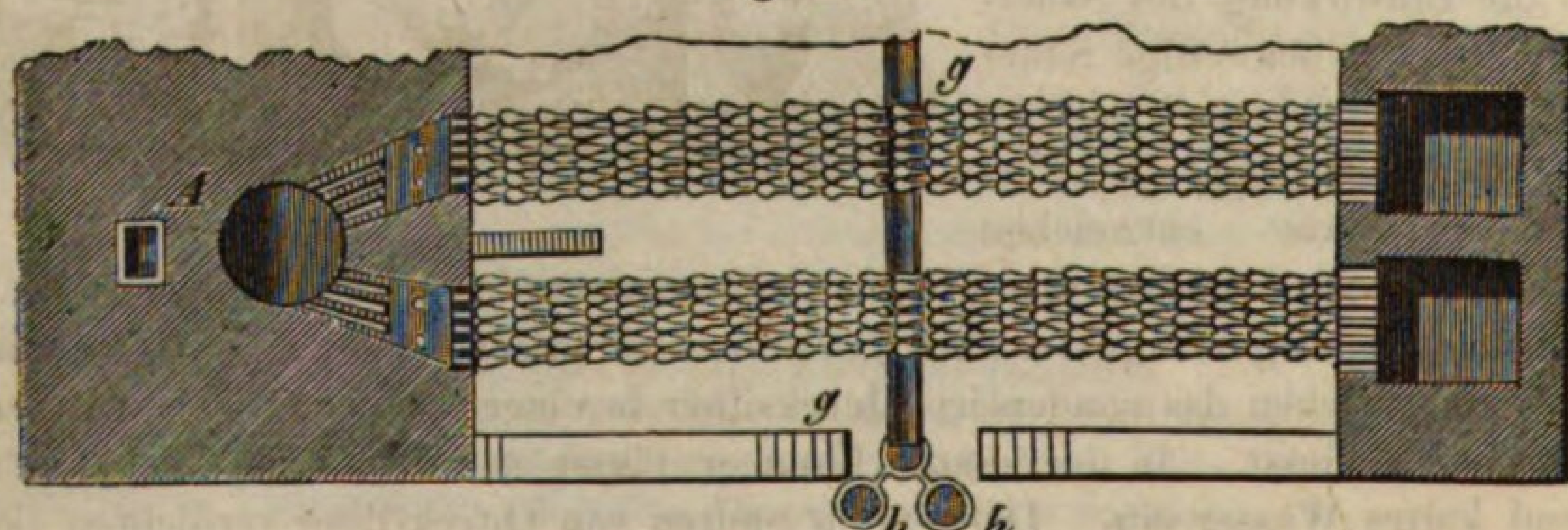


Fig. 49.



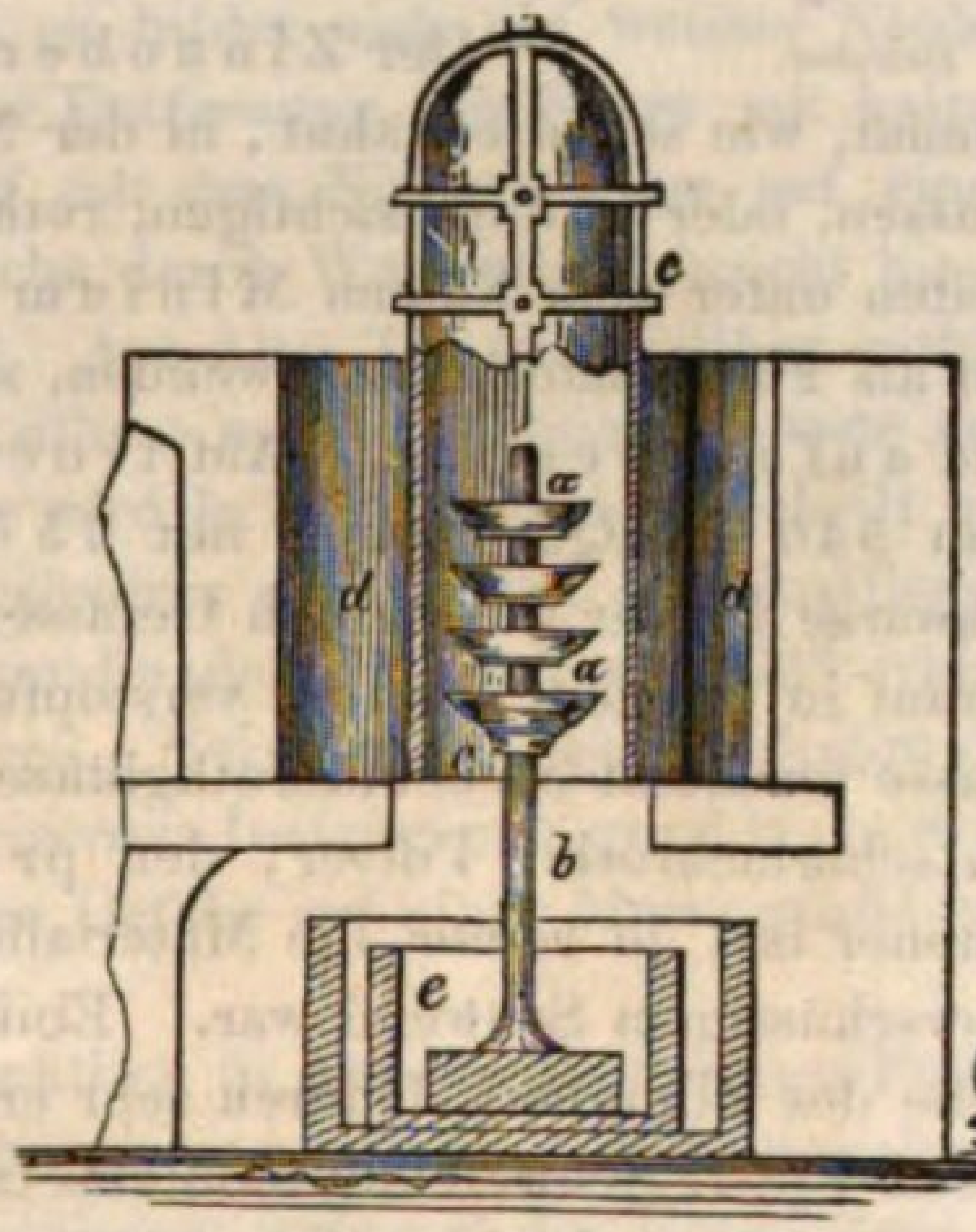
dem geneigten Aludelplan. Aus der am tiefsten Punkte liegenden Aludel bei *f* fliesst das verdichtete Quecksilber durch eine Rinne *g* in die steinernen Behälter *h h*. Die in den Aludeln nicht verdichteten Dämpfe gelangen in die Kammer *B*, wo sie sich vollständig niederschlagen. Der Rauch entweicht durch den Schornstein *b*. Das mit Russ verunreinigte Quecksilber wird dadurch gereinigt, dass man es über eine etwas geneigte Fläche fliessen lässt. Der Russ adhärirt der Fläche, während das Quecksilber ziemlich rein in einen Sumpf abfliesst. Der russige Staub wird ebenso wie der in der Kammer *B* sich ansammelnde gesammelt und von Neuem destillirt. Die in dem Ofen eingesetzte Erzmasse beträgt 250—300 Centner, welche 25—30, zuweilen, obgleich selten, 60 Centner liefert. Das Quecksilber wird in schafledernen Beuteln oder auch in schmiedeeisernen Flaschen versendet.

Gewinnung des Quecksilbers durch Zerlegen des Schwefelquecksilbers durch Zuschläge.

Verfahren zu Horzowitz in Böhmen. Der mit Thoneisenstein brechende Zinnober wird mit $^1/_4$—$^1/_3$ Eisenhammerschlag (Eisenoxydul-Oxyd) beschickt und in einem Glockenofen (Fig. 50) auf eiserne Teller oder Schalen *a* gebracht, die an einem eisernen Dorne befestigt und mit einer eisernen, in Wasser tauchenden Glocke *c c* bedeckt sind. Die Glocke befindet sich in dem gemauerten Ofenschachte *d d* und wird durch Steinkohlenfeuer zum Glühen gebracht.

Das niederfallende Quecksilber sammelt sich in dem Wasser in *e* an. Jede Glocke, deren sechs in einem Ofen sich befinden, enthält $^1/_2$ Ctr. Erz und $^1/_4$ Ctr. Hammerschlag, zu deren Verarbeitung 30—36 Stunden erforderlich sind.

Fig. 50.



Verfahren in der Rheinpfalz. Die Gruben am Rosswalde bei Stahlberg, nördlich von Rockenhausen, wurden schon im Jahre 1410 eröffnet. Man gewann anfänglich Eisenkies und silberhaltige Kupfererze und lernte erst später das Zugutemachen der Quecksilbererze. Etwas neuer als die Gruben am Stahlberge sind jene im Landsberge bei Moschel, im Potzberge bei Kusel und bei Wolfstein; übrigens fallen Entdeckung und Benutzung der dortigen Quecksilbererzlagerstätten gleichfalls ins 15. Jahrhundert. Der Zinnober ist in Sandstein eingesprengt. Der Quecksilbergehalt des Gesteines macht gewöhnlich 0,005 und zuweilen 0,01 pCt. aus. Soll die Ausbeute an Quecksilber die Kosten des Ausbringens lohnen, so muss der Quecksilbergehalt des Erzes $^1/_{600}$ betragen. Man nimmt die Zersetzung des Schwefelquecksilbers in eisernen Retorten, von denen 30—50 Stück in einem Galeerenofen liegen, durch Kalk vor, wobei Quecksilberdämpfe entweichen und ein Gemenge von Schwefelcalcium, unterschwefligsaurem und schwefelsaurem Kalk zurückbleibt.

Zu Obermoschel enthält jede Retorte ein Gemenge von 40 Pfd. reichem Erz und 15—18 Pfd. Kalk, und ist mit einer thönernen Vorlage versehen, welche zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist. Die zusammengefügten Stellen werden mit Lehm lutirt. Man steigert allmälig die Hitze bis zum Rothglühen. Jede Operation dauert zehn Stunden. Nach deren Beendigung wird der Inhalt der Vorlagen in ein mit Wasser gefülltes Thonbecken gezogen und darin verwaschen; das Quecksilber bleibt darin zurück, das Wasser aber fliesst nebst einem schwarzen Pulver (Quecksilberschwarz), wahrscheinlich aus fein zertheiltem Quecksilber und Schwefelquecksilber bestehend, ab. Dieses schwarze Pulver wird gesammelt und mit Kalk einer neuen Destillation unterworfen.

Am Landsberge werden sämmtliche Retorten jedesmal mit 5 Ctr. und 1—2 Ctr. Kalk besetzt. Die Destillation dauert sechs Stunden. Drei Destillationen liefern ungefähr $^1/_2$ Ctr. Quecksilber.

Eigenschaften des Quecksilbers. Das Quecksilber ist metallglänzend, zinnweiss, bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar flüssig, bei — 39,5° wird es fest, dehnbar, es siedet bei 360°. Sein spec. Gewicht = 13,5. Es verbindet sich mit vielen Metallen und bildet mit denselben die Amalgame, es verbindet sich leicht mit Blei, Wismut, Zink, Zinn, Silber, Gold, schwer mit Kupfer, nicht mit Eisen, Nickel, Kobalt und Platin. Auf dieser Eigenschaft, sich mit den meisten Metallen zu verbinden, beruht seine Anwendung zur Scheidung einiger Metalle wie des Goldes und Silbers von den Erzen (Amalgamation, Verquickung); man benutzt Amalgame zum Spiegelbelegen, Anwendung des Quecksilbers. zur Feuervergoldung, für das Reibzeug der Elektrisirmaschinen. Das Quecksilber findet ferner Anwendung zur Anfertigung physikalischer Instrumente, zur Darstellung der Secretage für Hutmacher (einer Lösung von Quecksilber in Salpetersäure), zur Fabrikation des Sublimats, Zinnobers, Knallquecksilbers u. s. w. Für die Naturwissenschaft ist das Quecksilber ganz unentbehrlich. Ohne dasselbe

würde die Gasometrie noch wenig ausgebildet sein und die Wärmelehre, so wie die Lehre vom Luftdruck noch auf einem niedrigen Standpunkte sich befinden.

Verbindungen des Quecksilbers. Von den Verbindungen des Quecksilbers, die technische Anwendung finden, sind nur nachstehende Körper zu erwähnen.

Zinnober. Der Zinnober (Schwefelquecksilber, Quecksilbersulfid = HgS) kommt, wie schon erwähnt, in der Natur als natürlicher Zinnober in rothen, derben Massen, oder in durchsichtigen, rothen Krystallen vor, und war schon zu Plinius' Zeiten unter dem Namen Minium bekannt. Man stellt jedoch den Zinnober, um ihn als Farbematerial anzuwenden, stets künstlich und zwar auf trocknem Wege und auf nassem dar. Auf trocknem Wege erhält man den Zinnober, indem man 540 Th. Quecksilber mit 75 Th. Schwefel innig mengt und das entstandene schwarze Pulver in eisernen Gefässen bei mässigem Feuer bis zum Schmelzen, und darauf in irdenen, nur lose verstopften Gefässen im Sandbade erhitzt. Die sublimirte Masse erscheint cochenillerothglänzend, im Bruche faserig; sie giebt beim Zerreiben ein scharlachrothes Pulver, den präparirten Zinnober, dessen Farbe um so schöner ist, je reiner die Materialien und je freier die schwarze Verbindung von überschüssigem Schwefel war. Einigen Chemikern zufolge soll man die Scharlachfarbe des Zinnobers dadurch sehr erhöhen, dass man dem Gemenge vor dem Sublimiren 1 pCt. Schwefelantimon zusetzt und den Zinnober nach dem Zerreiben monatelang an einem dunklen Orte mit verdünnter Salpetersäure digerirt, oder den etwa beigemengten Schwefel durch Digestion mit Kalilauge entfernt. Auf nassem Wege erhält man den Zinnober, indem man weissen Präcipitat (Mercur. praecipit. alb. s. Hydrarg. amidato-bichlorat., $HgCl + HgNH_2$, das man durch Fällen einer Auflösung von Quecksilbersublimat mit Ammoniak erhält) mit einer Auflösung von Schwefel in Schwefelammonium digerirt (Liebig) oder nach Martius, indem man 1 Th. Schwefel, 7 Th. Quecksilber und 2—3 Th. concentrirter Schwefelleberlösung (KS_5) tagelang mit einander schüttelt. Nach der Brunner'schen Methode, die den schönsten Zinnober liefert, mengt man 114 Th. Schwefel mit 300 Th. Quecksilber und setzt zur Beschleunigung des Processes etwas Kalilösung zu. Auf einfache Weise geschieht das Mischen dadurch, dass man beide Bestandtheile in gut verschlossene, starke Flaschen bringt, und dieselben an irgend einen sich hin und her bewegenden Balken einer Dampfmaschine, oder den einer Sägemühle befestigt. Die schwarze Verbindung wird mit einer Lösung von 75 Th. Kali in 400 Th. Wasser gemischt und im Wasserbade bei 45° erhitzt. Nach einigen Stunden nimmt die Masse eine rothe Farbe an; sie wird zur Abkühlung in kaltes Wasser gegossen, auf Filtern gesammelt, gewaschen und getrocknet. — Der im Handel vorkommende Zinnober ist häufig mit Mennige, Eisenoxyd oder Chromzinnober verfälscht; beim Erhitzen bleiben diese Substanzen zurück. Mennige, das gewöhnlichste Verfälschungsmittel des Zinnobers, lässt sich auch dadurch nachweisen, dass ein mit Mennige verfälschter Zinnober beim Ueberziehen mit Salpetersäure — in Folge von Bleisuperoxydbildung — braun wird, und mit Salzsäure behandelt Chlorgas entwickelt. Reiner Zinnober ist in Natriumsulfhydrat (NaS, HS) leicht und vollkommen löslich.

Knallquecksilber. Das Knallquecksilber oder knallsaure Quecksilberoxyd besteht in 100 Theilen aus 77,06 Th. Quecksilberoxyd und 23,94 Th. Knallsäure. Es wurde von Howard entdeckt und früher Howard's Knallpulver genannt. Es wird im Grossen auf folgende Weise dargestellt. Man löst bei gelinder Wärme 2 Pfund Quecksilber in 10 Pfund Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht und versetzt die Lösung mit noch 10 Pfund Salpetersäure. Die Flüssigkeit wird in sechs

tubulirte Retorten vertheilt und in jede Retorte zu der noch warmen Flüssigkeit 10 Liter Alkohol von 0,833 spec. Gewicht zugegossen. Misst man Quecksilber, Salpetersäure und Alkohol, so nimmt man auf 1 Volumen Quecksilber $7^1/_2$ Volumen Salpetersäure und 10 Volumen Alkohol. Nach Verlauf von einigen Minuten beginnt eine grosse Menge Gas sich zu entwickeln, und es bildet sich ein weisser Niederschlag, der auf einem Filter gesammelt und zur Entfernung der Säure mit kaltem Wasser gewaschen wird. Das Filter wird darauf mit dem Niederschlage auf einem Kupferbleche oder auf einer Porcellanplatte, welche durch Wasserdampf nicht bis zu 100^0 erwärmt wird, ausgebreitet und getrocknet. Aus 100 Th. Quecksilber enthält man auf diese Weise 118—128 Th. Knallquecksilber; nach der Theorie müsste man 142 Th. erhalten. Der getrocknete Niederschlag wird in kleine Partien getheilt und eine jede derselben in Papier eingeschlagen, besonders aufbewahrt. Das knallsaure Quecksilberoxyd bildet weisse, durchsichtige Krystallnadeln, die bis zu 186^0 erhitzt oder heftig gestossen mit starkem Knalle detoniren. Vorzüglich leicht explodirt das Knallquecksilber auf Eisen, wenn es mit einem eisernen Instrumente geschlagen wird. Mit 30 pCt. Wasser gemischt, lässt es sich ohne Gefahr auf einer Marmortafel mit einem hölzernen Pistill fein reiben.

Zündhütchen. Das Knallquecksilber wird bekanntlich in grosser Menge zum Füllen der Zündhütchen gebraucht. Die Zündhütchen sind aus dünn gewalztem Kupferblech gefertigt, die, um das Auseinanderspringen während des Entzündens zu vermeiden, häufig an den Seiten gespalten sind. Um die Zündhütchen zu füllen, reibt man 100 Th. Knallquecksilber auf Marmortafeln mit Reibern oder Walzen aus Buchsbaumholz mit 30 Th. Wasser fein und setzt zu dem Brei 50 Th. Salpeter, oder 62,5 Th. Salpeter und 29 Th. Schwefel, oder 60 Th. Mehlpulver. Der nasse Brei wird auf Papierunterlagen getrocknet und vermittelst Haarsieben gekörnt. Die Körner werden auf Papier ausgebreitet und in flachen Holzkästen getrocknet. Auf das in das Zündhütchen gelegte Korn des Zündpulvers wird in manchen Fabriken ein kleines Kupferplättchen gelegt, das fest auf die Zündmasse aufgepresst wird. Andere Fabriken überkleiden das Korn mit einer weingeistigen Lösung von Schellack, Mastix oder Sandarak, welche aber wegen der oxydirenden Einwirkung auf das Kupfer zu verwerfen sind; am zweckmässigsten ist eine Auflösung von Mastix in Terpentinöl. Derselbe wird in dem Hütchen mit einer Harzauflösung befestigt und zum Schutze vor der Feuchtigkeit mit dieser Lösung überzogen. Ein Kilogramm Quecksilber, das man in Knallquecksilber verwandelt, ist zur Füllung von 40,000 Zündhütchen ausreichend. Für Jagdflinten reicht diese Menge für 57,600 Zündhütchen hin.

Obgleich das Knallquecksilber weit schneller explodirt als das Schiesspulver, so geschieht doch die Explosion langsam genug, um ein Projectil fortschleudern zu können. Auf diesem Umstande beruht die Möglichkeit, mit Zündhütchen ohne Pulver zu schiessen.

Knallsilber. Das Knallsilber (knallsaures Silberoxyd) wird auf ähnliche Weise wie das Knallquecksilber durch Auflösen von Silber in Salpetersäure und Mischen dieser Lösung mit erwärmtem starken Alkohol dargestellt. Die Darstellung dieses Präparates erfordert die grösste Vorsicht, da es schon im feuchten Zustande mit der grössten Heftigkeit explodirt. Es kann deshalb nicht zur Füllung von Zündhütchen angewendet werden. Wohl aber dient es zu Spielereien, wie zu Knallerbsen, Knallfidibus u. s. w. Um Knallerbsen zu erhalten, bringt man ein wenig Knallsilber, etwa von der Grösse eines Stecknadelkopfes in eine dünngeblasene, kleine, hohle Glaskugel und umwickelt dieselbe mit etwas Papier. Wird die Kugel mit Gewalt zur Erde geworfen, so bewirken die Glasscherben durch Reibung die Explosion

des Knallsilbers. — Nicht zu verwechseln mit diesem Präparat ist das Silberoxyd-Ammoniak, welches häufig mit dem Namen Knallsilber bezeichnet wird; diese Verbindung explodirt noch leichter als das knallsaure Silberoxyd und wird deshalb nicht angewendet.

Das Platin.

(Pt = 98,7.)

Platin. Vorkommen. Das Platin findet sich nur gediegen und zwar in geringer Menge in dem Platinerze, das besonders in Südamerika (Columbia) im aufgeschwemmten Lande und am Ural in Form kleiner, rundlicher, metallglänzender, stahlgrauer Körner vorkommt. In der neueren Zeit hat man auch gediegenes Platin unter Waschgold in Californien, im Oregongebirge, in Brasilien, auf Haïti, ferner in Australien und auf der Insel Borneo gefunden. Dass das Platin überhaupt viel allgemeiner verbreitet sei, als man bislang annahm, geht aus den Untersuchungen Pettenkofer's hervor, in welchen nachgewiesen wird, dass alles Silber, das nicht direct aus einer Scheidung herrührt, einen geringen Platingehalt habe. Das Platin wurde von den Spaniern in Amerika entdeckt, von denen es anfänglich für Silber gehalten wurde, bis 1752 Scheffer das Platin als eigenthümliches Metall erkannte.

Platinerz. Die unter dem Namen Platinerz, gediegen Platin, rohes Platin in dem Handel vorkommenden Erze sind Gemenge von Platin mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Ruthenium, Eisen, Kupfer und Blei, und enthalten ausserdem gewöhnlich noch Körner von Osmium-Iridium, Gold, Chromeisen, Titaneisen, Spinell, Zirkon und Quarz. Nach der Zerstörung der Gebirgsmassen, in denen es enthalten war, ist es von den Fluthen fortgerissen worden. Boussingault fand in Südamerika in einem Gange von verwittertem Syenit die primäre Lagerstätte des Platins, und am Ural ist es jedenfalls der Serpentin, in welchem das Platinerz vorkommt, der durch geologische Ereignisse zerstört und weggewaschen wurde, mit Zurücklassung der darin enthaltenen schweren Mineralien wie z. B. Chromeisen, Titaneisen, Zirkon u. s. w.

Berzelius (a), Svanberg (b u. c), Bleekerode und Weil (e) fanden bei der Analyse des Platinerzes von Ural (a), Columbia (b), Choco (c), Borneo (d) und Californien (e):

	a	b	c	d	e
Platin	86,50	84,30	86,16	71,87	57,75
Rhodium	1,15	3,46	2,16	—	2,45
Iridium	—	1,46	1,09	7,92	3,10
Palladium	1,10	1,06	0,35	1,28	0,25
Osmium	—	1,03	0,97	0,48	0,81
Osmium-Iridium	1,14	—	1,91	8,43	27,65
Kupfer	0,45	0,74	0,40	0,43	0,20
Eisen	8,32	5,31	8,03	8,40	7,70
Kalk	—	0,12	—		
Quarz	—	0,60	—		

Im Durchschnitt beträgt nach Deville der Platingehalt bei Platinerzen aus

Columbien	76,8 — 86,20 pCt.
Californien	76,5 — 85,50 „
Oregon	50,45 „
Australien	59,80 — 61,40 „
Sibirien	73,5 — 78,9 „
Borneo	57,75 — 70,21 „

Die jährliche Ausbeute an Platin beträgt 4300 — 4600 Pfund, wovon auf den Ural 3800—4000 Pfd., auf Columbia und Brasilien 600 Pfd. kommen.

Gewinnung des Platins aus den Platinerzen. Das Platin wird aus den Erzen auf folgende Weise gewonnen. Nach dem Waschen werden dieselben bis zum Rothglühen erhitzt und darauf mit Salzsäure behandelt. Dann übergiesst man diese Erze mit kaltem Königswasser, um das Gold zu entfernen, filtrirt ab und behandelt den Rückstand in einer Retorte von Neuem mit Königswasser. Die abdestillirte Flüssigkeit enthält Osmiumsäure, der ungelöste Rückstand Osmium-Iridium, Ruthenium, Chromeisenstein und Titaneisen, während in der Flüssigkeit Palladium, Platin, Rhodium und eine geringe Menge Iridium enthalten sind. Diese Lösung wird mittelst kohlensauren Natrons neutralisirt und mit einer Lösung von Cyanquecksilber versetzt, wodurch das Palladium als Cyanpalladium ausgeschieden wird. Die vom Cyanpalladium abfiltrirte Flüssigkeit wird durch Abdampfen concentrirt und mit einer gesättigten Lösung von Salmiak versetzt, wodurch Platinsalmiak ($PtCl_2 + NH_4\,Cl$) mit einer Spur Iridium gefällt wird. Behufs der technischen Anwendung ist diese geringe Beimischung des Platins vortheilhaft zu nennen, da es dem Platin die zum Verarbeiten nöthige Härte ertheilt. Der Platinsalmiak wird getrocknet und geglüht, wodurch das metallische Platin als schwammige Masse, als Platinschwamm zurückbleibt. Der Platinschwamm wird in eisernen Cylindern, die mit stählernen Kolben versehen sind, bei der Rothglühhitze zusammengepresst und diese Operation so lange wiederholt, bis das Platin das Ansehen von geschmolzenem Platin hat und zum Verarbeiten hinreichend compact ist. Nach Descotil und Hess soll man die Platinerze behufs der Abscheidung des Platins mit der 2—4fachen Menge Zink zusammenschmelzen, die entstehende gleichartige spröde Masse pulvern und sieben, mit verdünnter Schwefelsäure das Zink und den grössten Theil des Eisens ausziehen, die zurückbleibende Masse erst zur Entfernung von Eisen, Kupfer und Blei mit Salpetersäure und dann mit Königswasser behandeln, welches den Rückstand seiner Zertheilung wegen weit besser löst, und darauf wie gewöhnlich verfahren.

Verfahren von Deville und Debray. Das vorzüglichste Verfahren der Gewinnung des Platins aus dem Platinerze ist das von Deville und Debray im Jahre 1859 angegebene, welches darauf beruht, dass das Blei alle Metalle des Platinerzes auflöst, mit alleiniger Ausnahme des Osmium-Iridiums und des Eisens. Man schmilzt das Platinerz in einem Flammenofen mit dem gleichen Gewicht Bleiglanz zusammen (wobei das Eisen einen Theil des Bleiglanzes zersetzt und daraus metallisches Blei abscheidet) und erhält dadurch einen Regulus, auf dessen Grund das Osmium-Iridium sich befindet, während auf dem Regulus eine Bleischlacke schwimmt. Der platinhaltige Regulus wird hierauf auf dem Treibherde (siehe Silber) abgetrieben, wobei alle fremden Metalle sich verflüchtigen oder sich in die Herdmasse ziehen, während das zurückbleibende Platin durch Umschmelzen in Kalktiegeln gefeint wird; der Kalk wirkt hierbei auf alle Unreinigkeiten des Platins wie Silicium, Eisen, Kupfer u. dgl. ein und verwandelt sie in schmelzbare Verbindungen, die sich in die poröse Masse der Schmelzgefässe ziehen. Das Heizmaterial ist Leuchtgas, das mit Sauerstoff verbrannt wird. Um 1 Kilogramm Platin zu schmelzen, braucht man 100 Liter Sauerstoff und 300 Liter Leuchtgas *).

Eigenschaften des Platins. Das Platin ist ein fast silberweisses, doch etwas ins Stahlgraue gehendes, sehr glänzendes, hämmer- und streckbares Metall, das so weich ist, dass

*) Die Firma Johnson, Matthey u. Co. in London hat auf der internationalen Ausstellung des Jahres 1862 durch einen massiven, 2⅓ Ctr. schweren Block reines Platin eine Probe dafür abgelegt, dass sie die Schmelzung der grössten Massen Platin, die je auf einmal zur Verarbeitung kommen dürften, nach Deville's Schmelzmethode völlig in der Gewalt hat.

es mit der Scheere geschnitten werden kann. Es lässt sich zu fast mikroskopischen Drähten ausziehen; zu diesem Behufe überzieht man einen Platindraht mit Silber und lässt das Stück durch die Drahtstrecke gehen; wenn der Draht möglichst fein ausgezogen ist, behandelt man denselben mit Salpetersäure, die das Silber löst, das Platin aber unangegriffen lässt. Das specifische Gewicht des Platins ist 21,0—23,0. Es lässt sich schweissen und im Knallgasgebläse schmelzen. Man kennt das Platin als *Platinschwamm*, als *Platinmohr* und als *gehämmertes* und *geschmolzenes Platin*.

Platinschwamm und Platinmohr.

Platinschwamm und *Platinmohr* haben beide die Eigenschaft, Gase und besonders Sauerstoff in ausserordentlich bedeutender Menge in ihren Poren aufzunehmen; kommt daher Wasserstoffgas mit diesen Körpern zusammen, so verbindet sich derselbe mit dem Sauerstoff unter Mitwirkung des Platins als prädisponirenden Körpers, zu Wasser. Diese Verbindung geht aber unter so grosser Wärmeentwickelung vor sich, dass das Platin ins Glühen kommt. Der darauf geleitete Wasserstoff wird deshalb entzündet. Auf den eben beschriebenen Vorgang gründet sich das bekannte *Döbereinersche Wasserstofffeuerzeug*. Der *Platinmohr* ist höchst fein zertheiltes Platin, als schwarzes Pulver erscheinend, das man entweder darstellt, indem man schwefelsaures Platinoxyd mit kohlensaurem Natron und Zucker kocht, wodurch das Platinmohr als schwarzes Pulver zu Boden fällt, oder indem man Zink mit Platin zusammenschmilzt und die Legirung mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. Der Platinmohr besitzt die Eigenschaft, Sauerstoff zu absorbiren in noch höherem Grade als der Platinschwamm, er dient zur Erzeugung von Essig aus Alkohol. Das *gehämmerte*

Gehämmertes und geschmolzenes Platin und Anwendung desselben.

Platin kann durch Austreiben oder auch durch Schmelzen verarbeitet werden; es dient zur Anfertigung vieler chemischer und technischer Apparate, die durch hohe Temperatur und die meisten Agentien nicht angegriffen werden, nichtsdestoweniger aber mit der grössten Vorsicht zu behandeln und namentlich vor der Berührung mit ätzenden Alkalien, schmelzendem Salpeter, freiem Chlor (Königswasser), Schwefel (Schwefellebern), Phosphor, geschmolzenen Metallen und leicht reducirbaren Metalloxyden zu hüten sind. Man fertigt aus dem Platin Bleche, Drähte, Tiegel, Löffel, Löthrohrspitzen, Retorten, Zangen, Kessel für Affinirwerkstätten und Schwefelsäurefabriken; man benutzt es ferner zur Construction galvanischer Elemente, zu Senflöffeln, zu Galanteriewaaren, Uhrketten, Dosen, zu Glühlampen und zum Ueberziehen von Porcellan, Steingut und Glas. In der neueren Zeit hat man das Platin auch in der Porcellanmalerei angewendet. In Russland und in Columbien hat man früher Platin zu Münzen ausgeprägt, in Frankreich fertigt man gegenwärtig daraus Preismedaillen.

Platinlegirungen.

Das Platin schmilzt leicht mit den meisten Metallen zusammen. Wichtig ist eine von *Deville* dargestellte Legirung aus 78,7 Th. *Platin* und 21,3 Th. *Iridium*, welche fast nicht von Königswasser angegriffen wird und zugleich hart und hämmerbar ist. Legirungen mit 10—15 pCt. Iridium widerstehen den Reagentien und dem Feuer weit besser als Platin, sie sind strengflüssiger als letzteres, dabei härter und daher die aus ihnen gefertigten Gefässe nicht so leicht aus der Form zu bringen Auch eine Legirung von 92 Th. Platin, 5 Th. Iridium und 3 Th. Rhodium widersteht den Agentien besser als Platin (nach *Chapuis*). Eine dem Gold in Bezug auf Farbe, Glanz und Dauer ähnliche Legirung besteht nach *Bolzani* aus 3 Th. Platin und 13 Th. Kupfer. —

Elaylplatinchlorür.

Das *Elaylplatinchlorür* $Pt_2\ C_4\ H_3\ Cl_2$ wird erhalten, indem man Platinchlorid in Weingeist auflöst, die Lösung im Wasserbade verdampft, und das Auflösen und Abdampfen mehrmals wiederholt. Wenn man in die sehr ver-

dünnte Lösung des Abdampfungsrückstandes Gegenstände aus Glas oder Porcellan taucht, und dieselben sodann über der Lampe erhitzt, so erhalten sie einen spiegelnden Ueberzug von metallischem Platin. Eine ähnliche Substanz wendet man zur Erzeugung von Platinlüster in der Decoration von Porcellangegenständen an.

Das Silber.

(Ag = 108.)

Silber. Vorkommen desselben. Das Silber kommt in der Natur ziemlich häufig, und zwar theils gediegen, theils mit Arsenik, Antimon, Tellur, Quecksilber und Gold verbunden, theils als Schwefelmetall mit anderen Sulfureten vereinigt, selten als Oxyd an Säuren gebunden vor. Die am häufigsten vorkommenden Silbererze sind:

Das Silberglaserz oder der Silberglanz, Silbergehalt 84—86 pCt. (AgS), das Dunkel-Rothgültigerz, Silbergehalt 58—59 pCt. ($3\,AgS + SbS_3$), das lichte Rothgültigerz, Silbergehalt 64—64,5 pCt. ($3\,AgS + AsS_3$), der Miargyrit ($AgS + SbS_3$), das Sprödglaserz ($6\,AgS + SbS_3$), Silbergehalt 67—68 pCt., der Polybasit [$(AgS, Cu_2S)_9, SbS_3$], Silbergehalt 64—72,69 pCt., und das Weissgültigerz [$(FeS, ZnS, Cu_2S)_4, SbS_3 + (PbS, AgS)_4, SbS_3$], Silbergehalt 30—32,69 pCt. Ausserdem findet sich das Silber sehr häufig im Bleiglanz, dessen Silbergehalt gewöhnlich zwischen 0,01—0,03 pCt. schwankt, zuweilen 0,5, selten 1,0 pCt. erreicht, in den Kupfererzen: Kupferglanz, Kupferkies und Buntkupfererz mit 0,020—1,101 pCt. Silbergehalt: in den Fahlerzen (vergl. S. 39), in den Zinkerzen: Zinkblende und Galmei u. s. w.

Gewinnung des Silbers. Das hüttenmännische Verfahren der Darstellung des Silbers kann geschehen:

I. Abth. auf nassem Wege:
- 1) mittelst Quecksilber
 - a) europäische } Amalgamation;
 - b) amerikanische } Amalgamation;
- 2) mittelst Auflösung und Fällung:
 - a) Augustin's Methode,
 - b) Ziervogel's Methode,
 - c) sonstige Methoden.

II. Abth. auf trocknem Wege:
- 1) Gewinnung von silberhaltigem Blei;
- 2) Abscheidung des Silbers aus silberhaltigem Blei;
 - a) Abtreiben auf dem Treibherde,
 - b) Concentriren des Silbers im Werkblei (Pattinsoniren),
 - c) Entsilberung des Werkbleis durch Zink,
 - d) Feinmachen des Blicksilbers.

Durch Ausschmelzung. 1) Das Ausschmelzen des Silbers aus den Erzen findet nur selten statt und kann nur mit Erzen vorgenommen werden, die sehr reich an gediegenem Silber sind.

Durch Ausziehen des Silbers mittelst Amalgamation. 2) Die Gewinnung des Silbers durch Quecksilber oder der Amalgamationsprocess wird nur bei sehr silberarmen Erzen angewendet, die ungefähr 7—8 Loth Silber im Centner enthalten. Das in Europa gebräuchliche Verfahren ist folgendes, welches in vier Hauptoperationen: 1) in das Rösten; 2) in das Amalgamiren; 3) in die mechanische Scheidung des Silberamalgams vom überschüssigen Quecksilber und 4) in die Verflüchtigung des Quecksilbers aus dem Silberamalgam zerfällt. Man setzt zu den zu amalgamirenden Erzen 10 pCt. Kochsalz und röstet das Gemenge, um Antimon und

Europäische Amalgamation.

Arsenik zu verflüchtigen, welche im oxydirten Zustande in besondern Räumen aufgefangen werden. Durch die gegenseitige Einwirkung des Kochsalzes und gerösteten Schwefelkieses, aus welchem durch das Rösten schwefelsaures Eisenoxyd geworden, entstehen schwefelsaures Natron, Eisenchlorid und entweichende schweflige Säure. Das Eisenchlorid giebt sein Chlor an das Silber ab und bleibt als Eisenoxyd zurück. Ferner haben sich gebildet schwefelsaures Kupferoxyd, schwefelsaures Eisenoxyd, welche den noch unveränderten Theil des Schwefelsilbers zu schwefelsaurem Silberoxyd oxydiren, während sie selbst zu Oxydulsalzen reducirt werden. Durch die Einwirkung des noch unveränderten Kochsalzes bildet sich Chlorsilber und schwefelsaures Natron. Die übrigen vorhandenen Metalle werden eben so wie das Silber in Chlormetalle verwandelt. Die braune Masse wird nach beendigtem Rösten gemahlen und auf die Amalgamirfässer gebracht, in denen sie mit Wasser, Eisenstückchen und Quecksilber gemengt 16 — 18 Stunden lang herumgedreht wird, indem die Fässer in jeder Minute sich 20 — 22 Mal um ihre Axe drehen. Durch das Eisen werden alle vorhandenen Metalle regulinisch ausgeschieden, während sich das frei gewordene Chlor mit dem Eisen zu Eisenchlorür verbindet. Die reducirten Metalle verbinden sich mit dem Quecksilber zu Amalgam.

Zur Verdeutlichung des Wesens des Amalgamationsverfahrens, nehmen wir an, es solle aus einem Silbererz, bestehend aus:

$$(Cu_2 S, AgS, FeS) + (AsS_3, SbS_3)$$

nach dieser Methode das Silber ausgeschieden werden*). Nach dem Rösten (das bei dem vorliegenden Beispiele in Aufnahme von 30 Aeq. Sauerstoff besteht) mit Kochsalz (Cl Na) haben sich folgende Körper gebildet:

$$\underbrace{[(Cu_2 Cl, Ag Cl, Fe Cl) + 3 NaO, SO_3]}_{\text{zurückbleibende Körper}} + \underbrace{[AsO_3 + SbO_3 + 6 SO_2]}_{\text{sich verflüchtigende Körper}}$$

In den Amalgamirfässern verwandeln sich unter Mitwirkung des Eisens, Quecksilbers und Wassers die zurückbleibenden Körper in:

$$[(Cu_2 Cl, Ag Cl, Fe Cl) + 3 NaO, SO_3] + 3 Fe + n Hg = 3 NaO, SO_3 + \underbrace{(Cu, Ag, n Hg)}_{\text{Amalgam}} + 4 Fe Cl.$$

Nach beendigtem Rotiren sammelt sich das Amalgam am unteren Theile der Fässer an und wird durch den nach unten gerichteten Spund abgelassen. Das ablaufende Amalgam fliesst durch einen zwillichen Sack in steinerne Tröge, das Silberamalgam concentrirt sich in dem Sacke, während das flüssige Quecksilber abläuft. Zur Trennung des überschüssigen Quecksilbers vom Silberamalgam wird der Sack darauf zugeschnürt und zwischen Brettern ausgepresst. Das in dem Sacke zurückbleibende feste Amalgam**) wird zum Ausglühen auf eiserne

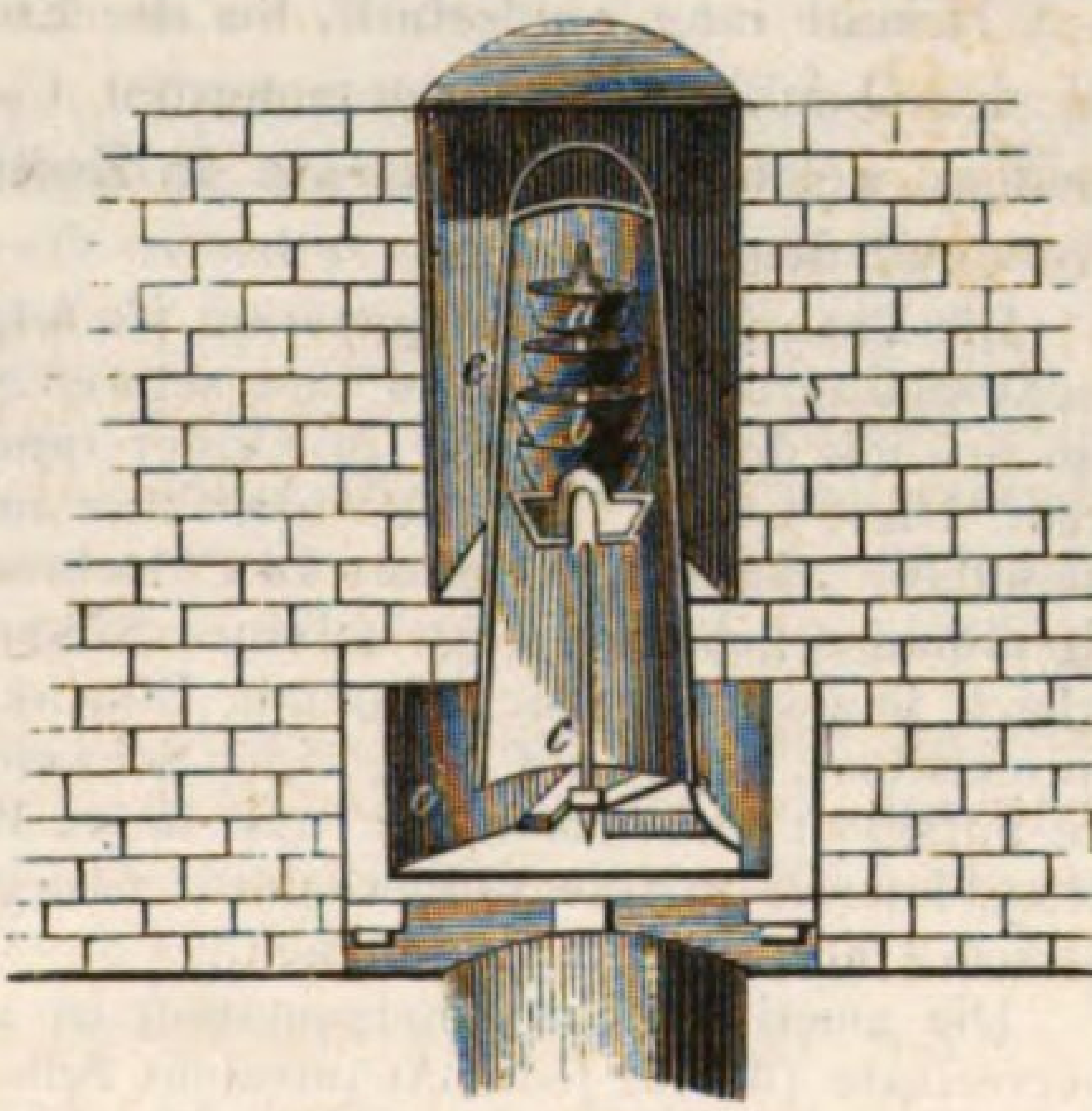
*) Bei diesem Beispiele ist auf die zugleich sich bildenden flüchtigen Chlorverbindungen (Chlorschwefel, Arsenchlorid, Antimonchlorid etc.) keine Rücksicht genommen worden. Wer ausführliche Belehrung über den Vorgang bei der obigen Röstung sucht, den verweise ich auf das treffliche Buch von Kerl, Metallurg. Hüttenkunde, 1847, Bd. I. p. 61; 1856, Bd. III. 1. Abtheil. p. 217.

**) Das feste Silberamalgam besteht nach Kersten aus

Silber	11,0
Quecksilber	84,2
Kupfer	3,5
Blei	0,1
Zink	0,2

Teller *a b* (Fig. 51) gebracht, welche in der Mitte einen hohlen Dorn haben, so dass ein Teller auf den anderen gesetzt werden kann. Der unterste Teller *b* ist auf einer eisernen Stange *c* befestigt, die in der Mitte eines mit Wasser angefüllten Kastens *d* steht, das Ganze wird mit einer eisernen Glocke *e* bedeckt, so dass der innere Raum luftdicht abgesperrt ist. Durch ein ausserhalb der Glocke befindliches Kohlenfeuer wird das Quecksilber aus dem Amalgam dampfförmig ausgetrieben, das, keinen Ausweg findend, in dem Wasser des Kastens *d* sich condensirt. Das Silber bleibt nebst den anderen in dem Amalgam enthaltenen Metallen auf den eisernen Tellern zurück. Es heisst in diesem Zustande Tellersilber (Anquicksilber, Amalgamirmetall *). Jetzt benutzt man gewöhnlich zur Trennung des Silbers vom Quecksilber einen Apparat, welcher aus einer weiten gusseisernen in einem Ofen befindlichen Röhre besteht, an deren einem Ende eine rechtwinklig nach abwärts gebogene Röhre befestigt ist, während sie an dem anderen Ende luftdicht verschliessbar ist, und mit dem Amalgam beschickt wird. Das nach abwärts gebogene Rohr führt unter Wasser, in welchem sich das condensirte Quecksilber absetzt. In der neueren Zeit hat man die Benutzung gespannter Wasserdämpfe zur Destillation des Quecksilbers aus dem Amalgam empfohlen. Um es von dem grössten Theile der fremden Metalle zu befreien, wird das Tellersilber in Graphittiegeln mit Kohlenpulver bestreut, noch einmal umgeschmolzen. Selbst nach dem Umschmelzen (Raffinatsilber) enthält es aber noch 3 — 5 Loth Kupfer auf die Mark, von welchem es durch Abtreiben oder durch Affiniren befreit wird.

Fig. 51.



Amerikanische Amalgamation.

Die amerikanische Amalgamation ist in Mexico, Peru, Chile und Neuspanien üblich. Die zur Amalgamation bestimmten Silbererze, hauptsächlich Rothgültigerz, Fahlerz, seltener Chlorsilber und gediegen Silber, werden trocken gepocht, ohne vorher gewaschen zu werden, und nachher mit Wasser gemahlen, bis sie einen hohen Grad von Feinheit erlangt haben, was zum Gelingen der Operation unerlässlich ist. Das gepochte Erz wird in die Erzmühlen gebracht, unter deren Steinen aus Porphyr oder Basalt, das Mahlen vor sich geht. 6 — 8 Ctr. Erz brauchen dazu 24 Stunden; die Arbeiter befeuchten das Erz von Zeit zu Zeit, damit es die Consistenz eines dünnflüssigen Schlammes habe. Der Brei gelangt nun auf einen mit Steinplatten ausgelegten Hofraum, der etwas abschüssig ist, damit das Regenwasser abfliessen kann. Nach einigen Tagen setzt man Magistral, d. i. ge-

*) Freiberger Tellersilber bestand nach Lampadius aus

Silber	75,0
Quecksilber	0,7
Kupfer	21,2
Blei	1,5

Freiberger Raffinatsilber nach Plattner aus

Silber	71,55
Kupfer	28,01

rösteten und feingeriebenen Kupferkies ($Fe_2 S_3$, Cu_2S) hinzu in der Menge von $^1/_2$—3 pCt., lässt auch diesen durch Treten einkneten und setzt sodann nach und nach Quecksilber hinzu, ungefähr das Sechsfache von dem in dem Erz befindlichen Silber (die Incorporation). Das Durchtreten wird einen Tag um den andern 2 — 5 Monate lang wiederholt, bis die Entsilberung beendigt zu sein scheint, darauf wird der Quickbrei in ausgemauerten Cisternen verwaschen, um das Amalgam zu scheiden, welches durch Pressen in Zwillichsäcken vom überschüssigen Quecksilber befreit und destillirt wird.

Die Theorie der Amalgamation ist folgende: Der Kupferkies wird durch das Rösten in schwefelsaures Kupferoxyd und schwefelsaures Eisenoxyd übergeführt, welche beiden Salze sich mit dem Kochsalze zu Kupfer- und Eisenchlorid und schwefelsaurem Natron umsetzen. Diese beiden Chloride wirken nun auf das vorhandene metallische Silber und bilden Chlorsilber, während sie selbst zu Chlorüren reducirt werden, während das beim Verwitterungsprocesse gebildete schwefelsaure Silberoxyd direct mit dem Kochsalz sich umsetzt. Zugleich findet auch eine chlorende Einwirkung des Kupfer- und Eisenchlorides auf das Schwefelsilber, so wie auf die übrigen Schwefelmetalle statt. Das Chlorsilber wird vom Kochsalze aufgelöst und das Silber aus dieser Lösung durch das Quecksilber ausgeschieden, welches letztere in Quecksilberchlorür übergeht. Das reducirte Silber wird von nicht verändertem Quecksilber aufgenommen.

Die amerikanische Amalgamation ist mit grossem Zeitaufwande und enormen Quecksilberverluste (da für jedes Aequivalent Silber, welches aus dem Chlorsilber reducirt wird, ein Aequiv. Quecksilberchorür Hg_2 Cl sich bildet) verbunden, dagegen kann man nach dieser Methode ohne Brennmaterial und mit geringer Arbeit Erze behandeln, welche so arm sind, dass die meisten anderen Methoden nicht anwendbar sein würden.

Augustin's Methode der Silbergewinnung.

Die Methode der Silbergewinnung von Augustin gründet sich auf die Bildung eines leicht löslichen Doppelchlorürs von der Zusammensetzung Ag Cl, Na Cl, wenn Chlorsilber mit einer heissen concentrirten Lösung von Kochsalz zusammengebracht wird, und auf die Fähigkeit des Kupfers, aus der concentrirten Lösung dieser Verbindung das Silber vollständig abzuscheiden.

Die durch Pochen und Mahlen in ein Mehlpulver verwandelten, wesentlich aus Schwefelkupfer, Schwefelsilber und Schwefeleisen bestehenden Kupfersteine werden zuerst ohne Kochsalz geröstet, dadurch bildet sich zuerst Eisenvitriol, dann Kupfervitriol und zuletzt bei höherer Temperatur Silbervitriol, wobei schon aller Eisenvitriol und ein grosser Theil des Kupfervitriols bereits zersetzt ist, so dass das Röstgut nach Beendigung des Vorröstens aus Eisenoxyd, Kupferoxyd, kleinen Mengen von Kupfervitriol und viel Silbervitriol besteht. Darauf wird durch fortgesetztes Rösten mit Kochsalz der Silbervitriol in Chlorsilber übergeführt. Das Röstgut wird mit heisser concentrirter Kochsalzlösung ausgezogen, wobei das Silber in Gestalt der oben erwähnten Verbindung Ag Cl, Na Cl aufgelöst ist. Aus der Flüssigkeit scheidet man durch metallisches Kupfer das Silber und aus der sich bildenden kupferchlorürhaltigen Lauge das Kupfer durch Eisen ab.

Ziervogel's Methode der Silbergewinnung.

Die Ziervogel'sche Silbergewinnungsmethode geht anfangs denselben Weg wie die Methode Augustin's, trennt sich von derselben aber insofern, als beim Rösten kein Kochsalz zugegeben wird. Das Röstgut, wesentlich aus Silbervitriol, wenig Kupfervitriol, viel Kupferoxyd und Eisenoxyd bestehend, wird mit heissem Wasser ausgezogen, welches den Silber- und den Kupfervitriol auflöst. Aus dieser Lösung wird das Silber durch metallisches Kupfer niedergeschlagen und als Nebenprodukt Kupfervitriol erhalten. Im Mansfeld'schen wendet man die Methode Ziervogel's schon seit mehreren Jahren zur Entsilberung der Kupfersteine an; sie ist weniger complicirt und erfordert, weil das Auslaugen schneller von statten geht, weniger Röstkosten und Arbeitslohn, als das Verfahren von Augustin, dagegen ist die Röstoperation schwieriger auszuführen, es werden

reichere Steine erfordert und in der Regel bleiben reichere Rückstände. Bei Gegenwart von Arsen und Antimon ist Ziervogel's Verfahren nicht anwendbar, weil sich beim Rösten arsen- und antimonsaures Silberoxyd bilden, die in Wasser unlöslich sind. Ein Bleigehalt verursacht dagegen leicht Sinterungen, wodurch die Röstung erschwert wird.

Andere Methode der Silbergewinnung auf nassem Wege.

Silbergewinnung mittelst unterschwefligsauren Natrons. Nach v. Hauer's Vorschlag röstet man die Erze wie nach der europäischen Amalgamation mit Kochsalz, um das Silber in Chlorsilber zu verwandeln, und löst letzteres in unterschwefligsaurem Natron auf. Aus der Lösung wird das Silber durch Kupfer oder Zink niedergeschlagen. Auch Patera schlägt, veranlasst durch die Unbequemlichkeit, mit welcher die Anwendung einer heissen concentrirten Kochsalzlösung zur Silberextraction nach Augustin's Verfahren verknüpft ist, ebenfalls unterschwefligsaures Natron vor. Aehnliche Vorschläge sind auch von Percy gemacht worden, welcher ausserdem auf die Anwendbarkeit des Chlorkalkes und Chlors zur Umwandlung des Silbers in Chlorsilber aufmerksam macht.

Silbergewinnung mittelst Kochsalz und Ammoniak. Schon von Rivero und Gmelin wurde vorgeschlagen, die Silbererze nach dem Rösten mit Kochsalz mit Ammoniakflüssigkeit zu digeriren, aus der ammoniakalischen Flüssigkeit das Chlorsilber durch Schwefelsäure zu fällen und durch Schmelzen mit einem Flussmittel zu reduciren.

Silbergewinnung auf trocknem Wege.

Die Extraction des Silbers aus seinen Erzen mittelst Blei beruht:

1) auf der Eigenschaft des Bleies, Schwefelsilber unter Bildung von Schwefelblei und Abscheidung von metallischem Silber zu zersetzen:

$$\left.\begin{matrix} Ag\,S \\ n\,Pb \end{matrix}\right\} \text{ geben } \left\{\begin{matrix} Ag\,n\,Pb \\ Pb\,S \end{matrix}\right.$$

Andere dem Silber beigemengte Schwefelmetalle, besonders Schwefelkupfer und Schwefeleisen, werden vom Blei weniger zersetzt. Die Produkte der Schmelzung sind silberhaltiges Blei und silberfreier Stein, aus Schwefelblei, Schwefelkupfer und Schwefeleisen bestehend. Die Ausziehung des Silbers durch Blei erfolgt um so vollständiger, je kupferärmer die Erze sind.

2) auf der zersetzenden Einwirkung von Bleioxyd und schwefelsaurem Bleioxyd auf Schwefelsilber, in deren Folge silberhaltiges Blei und schweflige Säure sich bilden:

$$\left.\begin{matrix} Ag\,S \\ 2\,Pb\,O \end{matrix}\right\} \text{ geben } \left\{\begin{matrix} Pb_2\,Ag \\ SO_2 \end{matrix}\right. \quad \text{und} \quad \left.\begin{matrix} Ag\,S \\ PbO,\,SO_3 \end{matrix}\right\} \text{ geben } \left\{\begin{matrix} Pb\,Ag \\ 2\,SO_2 \end{matrix}\right.$$

3) Auf der reducirenden Einwirkung von Blei auf Silberoxyd oder auf schwefelsaures Silberoxyd:

$$\left.\begin{matrix} 2\,Pb \\ Ag\,O \end{matrix}\right\} \text{ geben } \left\{\begin{matrix} Pb\,O \\ Ag\,Pb \end{matrix}\right. \quad \text{und} \quad \left.\begin{matrix} 3\,Pb \\ Ag\,O,\,SO_3 \end{matrix}\right\} \text{ geben } \left\{\begin{matrix} Pb\,Ag \\ 2\,Pb\,O \\ 2\,SO_2 \end{matrix}\right.$$

4) auf der grösseren Verwandtschaft des Silbers zum Blei als zum Kupfer. Wird silberhaltiges Kupfer mit Blei zusammengeschmolzen, so entsteht ein Gemenge von leichtflüssigem silberhaltigem Blei und einer schwer schmelzbaren Legirung von Kupfer mit Blei. Ersteres kann von letzterem durch Aussaigerung getrennt werden.

Gewinnung von silberhaltigem Blei (Werkblei).

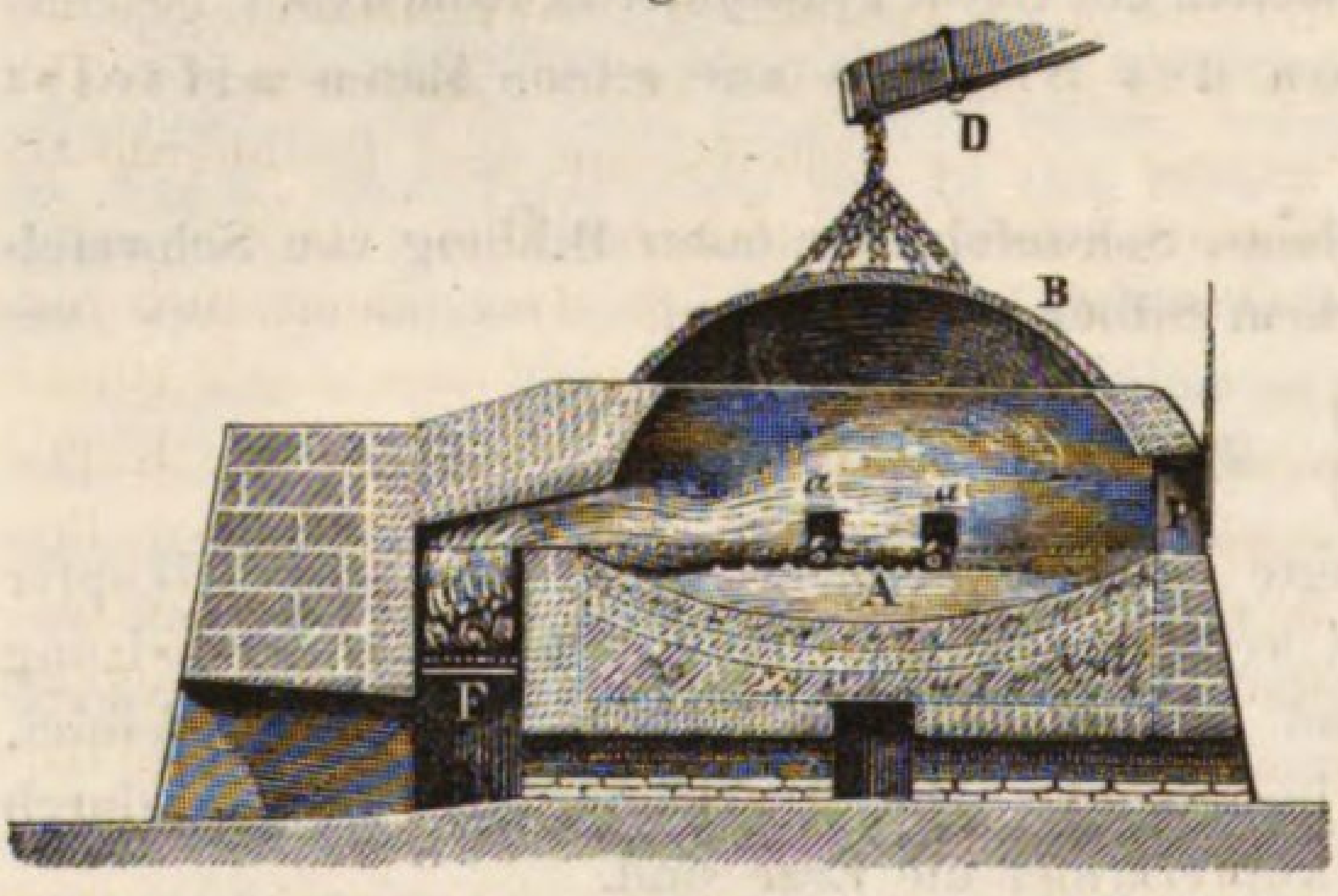
Der Bleiarbeit werden eigentliche Silbererze, welche geröstete kiesige Erze, silberhaltige Kupfer- und Bleierze in geröstetem oder ungeröstetem Zustande, gerösteter silberhaltiger Scherbenkobalt u. s. w. unterworfen. Das Wesentliche der Bleiarbeit besteht darin, dass man die zu entsilbernden Substanzen mit geschmolzenem Blei behandelt. Es resultirt eben so wie beim Zugutemachen von silberhaltigem Bleiglanz (vergl. Seite 59) silberhaltiges Werkblei.

Die Entsilberung des Werkbleies kann geschehen
1) auf dem Treibherde,
2) durch das Pattinsoniren,
3) vermittelst Zink.

Der Treibprocess. Das **Treiben auf Treibherden** wird mit jedem silberhaltigen Blei sowohl auf den Silberhüttenwerken, als auf den Bleihüttenwerken vorgenommen. Es beruht darauf, dass das oxydirbare Blei von den nicht oder nur schwer oxydirbaren Metallen, mit denen es gemischt ist, durch einfache oxydirende Schmelzung abgeschieden wird, indem man dafür sorgt, dass das entstehende Bleioxyd theils abgezogen wird, theils in die Poren des Treibherdes sich einzieht. Die dadurch sich stets erneuernde Oberfläche des Metallbades wird so lange oxydirt, als die Metalllegirung noch Blei enthält, bis zuletzt das Silber im reinen Zustande zurückbleibt.

Der Treibherd ist ein runder Gebläse-Flammenofen mit einer angebauten Feuerung *F*; (Fig. 52) der Herd *A* ist mit einer aus Blech gefertigten und inwendig mit feuerfestem Thone ausgeschlagenen Haube *B* bedeckt, welche durch die Vorrichtung *D* aufgehoben und niedergelassen werden kann. Der Herd wird aus ausgelaugter Asche oder besser aus Kalkmergel geschlagen, in der Mitte befindet sich eine Vertiefung *c* zum Ansammeln des Silbers, *b* ist der Feuerraum. In dem aus Bruchsteinen bestehenden, den Herd einschliessenden Raum, dem Ofenkranz, befinden sich 1) das **Glättloch**, welches mit Herdmasse während der Arbeit so weit geschlossen gehalten wird, dass sich dasselbe mit der oberen Fläche des im Treibofen eingeschmolzenen Werkbleies im Niveau befindet, so dass die über dem Metall sich bildende Glätte abfliessen kann. Sobald die Menge des Werkbleies abnimmt, wird der Herdmasse im Glättloch durch Auskratzen derselben ein niedriges Niveau gegeben; diese rinnenförmige Vertiefung heisst die **Glättgasse**; 2) das **Blechloch** (Schürloch) *P*, in der Regel gegenüber der Feuerbrücke, dient zum Eintragen der Herdmasse und der Werke; 3) die **Formen** des Gebläses *a* u. *a'*.

Fig. 52.



Die Treibarbeit wird bei gesteigerter Temperatur so lange fortgesetzt, bis sich das auf dem Herde zurückgebliebene Silber nur noch mit einer dünnen Schicht von Bleiglätte überzieht, die eben so schnell zu verschwinden scheint, als sie entsteht. Das Entstehen und Verschwinden des Häutchens giebt sich durch ein Farbenspiel, das **Blicken des Silbers** zu erkennen. Sobald diese Erscheinung wahrgenommen wird, hört man mit dem Feuern auf, kühlt das **Blicksilber** durch Besprengen mit Wasser und hebt es aus dem Ofen. Das abfliessende flüssige Bleioxyd erstarrt beim Erkalten zu einer blättrig krystallinischen Masse von gelber oder röthlich gelber Farbe, **Bleiglätte**.

Das Pattinsoniren. Im Jahre 1833 wurde von **Pattinson** eine Methode erfunden, den Silbergehalt des Werkbleies bedeutend zu concentriren, mithin ein sehr silberreiches Werkblei zu erzielen, wodurch nicht nur die Kosten und der Zeitverlust des gewöhnlichen Treibprocesses bedeutend verringert werden, sondern auch wegen der schnellen Beendigung der Treibarbeit ein geringerer Verlust an Blei stattfindet. Die

Methode von Pattinson (das Pattinsoniren), gründet sich darauf, dass wenn silberarmes Werkblei in einem geeigneten Gefässe geschmolzen und ihm unter fortwährendem Umrühren eine langsame Abkühlung gestattet wird, sich bei einer gewissen Temperatur, welche dem Schmelzpunkte des Bleies sehr nahe liegt, Bleikrystalle auf dessen Oberfläche bilden, sich zu Boden setzen und einen viel geringeren Silbergehalt haben, als das angewendete Blei, während der Silbergehalt des im Gefässe zurückgebliebenen flüssigen Bleies verhältnissmässig gestiegen ist.

Entsilberung des Werkbleies mittelst Zink.

Parkes erhielt 1850 ein Patent in England auf das Ausbringen des Silbers aus silberhaltigem Werkblei mittelst Zink. Diese Methode gründet sich darauf, dass

1) Blei und Zink mit einander keine Legirung bilden;
2) die Verwandtschaft des Silbers zum Zink grösser ist als die zum Blei.

Man trägt in einen eisernen Kessel 20 Ctr. Werkblei ein, versetzt diese nach dem Schmelzen mit 1 Ctr. geschmolzenem Zink und lässt es nach gehörigem Umrühren so lange stehen, bis das Zink an der Oberfläche zu einem Kuchen erstarrt, den man vom Bleiherd abhebt. Das Zink wird von dem Silber durch Destillation (oder auch durch Behandeln mit Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure) geschieden. Nach Beendigung der Destillation nimmt man die Rückstände heraus und treibt, nachdem man etwas Blei hinzugefügt hat, wie gewöhnlich auf dem Treibherde ab. Das condensirte Zink dient zur Entsilberung neuer Quantitäten Blei.

Feinbrennen des Blicksilbers.

Feinbrennen des Blicksilbers. Das unmittelbar aus den Erzen gewonnene Silber, mag es nun durch Amalgamation, oder durch Bleiarbeit, oder endlich durch Niederschlagen aus seiner Lösung durch metallisches Kupfer dargestellt worden sein, ist niemals rein, sondern enthält immer noch mehrere Procente anderer Metalle. Auch bei der Treibarbeit wird der Process nie so lange fortgesetzt, bis alle fremden Metalle vollkommen oxydirt wären, und gewöhnlich beträgt der Silbergehalt des Blicksilbers oft nicht ganz 95 pCt. Die Reinigung des Silbers von allen Beimischungen anderer Metalle durch Oxydation nennt man das Feinbrennen des Silbers. Enthält das Silber nur noch Blei oder macht letzteres den vorwiegenden Bestandtheil des fremden Metalls aus, so ist das Feinbrennen nichts als ein fortgesetzter Treibprocess, welcher aber nicht auf den grossen Herden der Treiböfen, sondern in einem mehr concentrirten Raume vorgenommen wird. Macht dagegen das Blei nicht den überwiegenden Bestandtheil der Verunreinigungen aus, so wird erst dem Silber durch Schmelzen ein Zusatz von Blei gegeben und darauf erst die Oxydation vorgenommen. Stets entstehen beim Feinbrennen kleine Quantitäten von Bleiglätte, welche man aber nicht wie bei dem Treibprocess von der Oberfläche des Silbers ablaufen, sondern von der gewöhnlichen Masse (Knochenasche, Mergel) absorbiren lässt, aus welcher die Gefässe, deren man sich zum Feinbrennen bedient, gefertigt sind. Im Allgemeinen lassen sich drei Arten des Feinbrennens unterscheiden, nämlich 1) das Feinbrennen in Testen, Schalen oder eisernen Ringen, welche mit Knochenasche ausgefüttert sind, vor dem Gebläse, 2) das Feinbrennen unter der Muffel, 3) das Feinbrennen im Flammenofen. Letzteres Verfahren ist das vortheilhafteste und einfachste. Das erhaltene Brand- oder Feinsilber enthält in der Regel 15 Loth 15 Grän Feinsilber in der Mark.

Chemisch reines Silber.

Chemisch reines Silber erhält man, indem man kupferhaltiges Silber in Salpetersäure löst, aus der Lösung das Silber durch Kochsalz oder Salzsäure fällt und das entstandene Chlorsilber reducirt. Zu diesem Zwecke trägt man es in schmelzendes kohlensaures Kali ein, oder glüht es mit Colophonium und Potasche. Auf nassem Wege reducirt man Chlorsilber, indem man dasselbe mit

Zink und verdünnter Salzsäure zusammenbringt ($ClAg + Zn + ClH = ClZn + Ag + ClH$).

Eigenschaften des Silbers.

Das reine Silber (Feinsilber) ist von rein weisser Farbe und von starkem Glanz, der durch Politur ausserordentlich erhöht wird. Auf dem frischen Bruche hat es ein mehr geflossenes und dichtes, als ein hakiges Ansehen. Es ist weicher als Kupfer, aber härter als Gold. Im reinen Zustande ist es am weichsten und besitzt einen dumpfen Klang. Es ist ausserordentlich dehnbar und geschmeidig und übertrifft in dieser Beziehung mit Ausnahme des Goldes alle übrigen Metalle. Höchst geringe Beimischungen anderer Metalle vermindern die Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit; ein Kupfergehalt ist dagegen nicht nachtheilig, ein Goldgehalt sogar vortheilhaft. Sehr nachtheilig ist dagegen ein Gehalt von Blei und Antimon. Durch Schmelzen mit Kohle verliert das Silber an Geschmeidigkeit und erhält bei Bearbeitung unter dem Hammer und Walzwerk Risse und Sprünge. Durch das Umschmelzen des Silbers im Graphittiegel wird das Silber in seinen Eigenschaften nicht verändert. Das spec. Gewicht des Silbers ist ungefähr 10,5 und kann durch Hämmern bis auf 10,7 erhöht werden. Die absolute Festigkeit des Silbers ist geringer als jene des Kupfers. In der Wärme dehnt es sich von 0 bis 100° um $^1/_{524}$ aus und schmilzt bei 1022°. Bei sehr hoher Temperatur, die nur durch das Knallgasgebläse, durch Brennspiegel oder durch galvanische Batterien hervorgebracht werden kann, verflüchtigt sich das Silber. Im geschmolzenen Zustande und bei Luftzutritt absorbirt das Silber Sauerstoffgas, welches erst bei dem Erkalten des Silbers, oft mit Geräusch und unter Umherspritzen von flüssigem Silber entweicht (Spratzen oder Sprützen des Silbers). Enthält das Silber eine geringe Quantität Blei oder etwa 1 pCt. Kupfer, so erstarrt es ruhig mit concaver Oberfläche, indem es nach dem Erkalten ein geringeres Volumen einnimmt, als im geschmolzenen Zustande. Das Silber wird von schwachen Säuren nicht angegriffen, von Salpetersäure aber schon in der Kälte, von concentrirter Schwefelsäure beim Erhitzen gelöst.

Legirungen des Silbers.

Das Silber bildet mit Blei, Zink, Wismut, Zinn, Kupfer und Gold Legirungen, von denen die mit Blei für die Gewinnung des Silbers von Wichtigkeit ist. Die wichtigste der Legirungen ist aber die mit Kupfer, weil das reine Silber als zu weich, fast nie, sondern nur mit Kupfer legirt, verarbeitet wird. Diese Legirungen sind härter und klingender als reines Silber. In Deutschland bezeichnet man den Gehalt dieser Legirungen an reinem Silber auf die Weise, dass man die Lothe angiebt, die in der Mark enthalten sind. (Eine Mark = 16 Loth; ein Loth = 18 Grän.) Eine feine Mark = 16 Loth Feinsilber. Eine rauhe oder beschickte Mark enthält Kupfer und Silber in verschiedenen Verhältnissen; 12löthig heisst z. B. Silber, das in der Mark auf 4 Loth Kupfer 12 Loth Silber enthält. In Frankreich bezeichnet man das Feinsilber mit $^{1000}/_{1000}$ und deutet den Feingehalt der Legirungen durch Tausendtheile an. Wären die Silbermünzen in allen Staaten gleichmässig legirt, so würde der Münzverkehr ausserordentlich einfach sein, da man dann den Werth der fremden Münzsorten in einheimische nur nach dem Gewicht zu reduciren brauchte. Da dies aber nicht der Fall ist, so wird durch den Münzfuss eines Landes der Feingehalt (Korn) und das Gewicht (Schrot) bestimmt und angegeben, wie viel einer gewissen Art Münzstücke aus einer feinen Mark geprägt werden sollen.

Alter Münzfuss.

Bis zum Jahre 1857 unterschied man in Deutschland drei Münzfüsse:

1) den 14Thalerfuss (Preussen, Hannover, Sachsen, Kurhessen, Oldenburg, zum Theil die thüringischen Staaten);

2) den 24½Guldenfuss (Bayern, Württemberg, Baden, Grossherzogthum Hessen, Nassau, Frankfurt etc.);

3) den 20 oder Conventions-Guldenfuss (Oesterreich).

In Deutschland war bis zum Jahre 1857 die kölnische Mark oder Vereinsmark (= 233,855 Gramm) das Münzgewicht. Die feine Mark Silber lieferte

nach dem 14 Thalerfusse 14 Thaler
nach dem $24^1/_2$ Guldenfusse $24^1/_2$ Gulden oder 49 halbe Gulden,
nach dem 20 Guldenfusse 20 Conventionsgulden.

Neuer Münzfuss. Nach dem Wiener Münzvertrage vom 24. Januar 1857 gelten gegenwärtig in allen deutschen und österreichischen Staaten folgende Bestimmungen.

1) Das Pfund ($^1/_2$ Kilogramm) dient der Ausmünzung zur Grundlage.

2) Mit Festhaltung der reinen Silberwährung wird die Münzverfassung der betheiligten Staaten in der Art geordnet, dass, je nachdem in denselben die Thaler- oder Guldenrechnung eingeführt ist, entweder der 30 Thalerfuss (an Stelle des bisherigen 14 Thalerfusses) zu 30 Thalern aus dem Pfunde Feinsilber, oder der 45 Guldenfuss zu 45 Gulden aus dem Pfunde Feinsilber und der $52^1/_2$ Guldenfuss (an Stelle des bisherigen $24^1/_2$ Gulden fusses) zu $52^1/_2$ Gulden aus dem Pfunde Feinsilber, als Landesmünzfuss gilt.

3) Unter Münzen der Thalerwährung sind die des 30 Thalerfusses, der österreichischen Währung die des 45 Guldenfusses, der süddeutschen Währung die des $52^1/_2$ Guldenfusses zu verstehen.

4) Der Feingehalt wird nicht mehr wie früher in Lothen, sondern wie in Frankreich und England in Tausendtheilen ausgedrückt.

5) Das Mischungsverhältniss der Vereinsmünzen ist

900 Silber,
100 Kupfer.

Es werden demnach $13^1/_2$ doppelte oder 27 einfache Vereinsthaler ein Pfund wiegen. Die Abweichung im Mehr oder Weniger darf im Feingehalte nie mehr als drei Tausendtheile, im Gewicht aber bei den einzelnen Vereinsthalern nie mehr als vier Tausendtheile seines Gewichtes betragen.

6) Die Silberscheidemünze wird nie nach einem leichtern Münzfusse als $34^1/_2$ Thaler in Thalerwährung, $51^3/_4$ Gulden österreichischer Währung und $60^3/_8$ Gulden süddeutscher Währung ausgeprägt.

In Frankreich prägt man aus 1 Kilogramm Silber von $^{900}/_{1000}$ 200 Franken (= $222^2/_9$ Franken aus 1 Kilogramm Feinsilber), in England aus einem Troy-Pound (= 373,248 Gramm) Silber von $^{925}/_{1000}$ 66 Schilling, aus einem Troy-Pound Feinsilber $71^{13}/_{37}$ Schilling.

Silberprobe. Um den Feingehalt einer Legirung kennen zu lernen, wendet man 1) die Probe auf trocknem Wege, die Kupellation, 2) die Probe auf nassem Wege, die Titrirmethode, 3) die Hydrostatische Probe an.

Probe auf trocknem Wege. Der eigentlichen Probe auf trocknem Wege oder der Kupellation geht eine approximative Bestimmung des Feingehaltes der zu untersuchenden Probe voran, die darin besteht, dass man mit der Probe einen Strich auf den Probirstein (Basalt, Kieselschiefer) macht und eben so mit Probirnadeln, die aus Legirungen derselben Metalle verfertigt und ihrer Zusammensetzung nach bekannt sind. Aus der Aehnlichkeit der Farbe der Striche schliesst man auf die Aehnlichkeit der Legirung; hierbei ist jedoch der Umstand nicht ausser Acht zu lassen, dass die Oberfläche von Silberlegirungen durch Ansieden häufig silberreicher gemacht worden ist. Darauf schmilzt man die Legirung auf einer Kapelle (d. h. einem kleinen Gefäss, dass aus $^3/_4$ ausgelaugter Asche von harten Hölzern und $^1/_4$ gebrannten Knochen ausgefertigt ist) mit Blei zusammen, und zwar mit einer um so grösseren Menge desselben, je geringer der Silbergehalt ist. Zuerst macht man die Kapelle in einer Muffel glühend, bringt dann das Blei hinein und wenn dieses geschmolzen ist, auch die Silberprobe. Kupfer und Blei oxydiren sich und ziehen sich in die poröse Masse der Kapelle. Wenn die Oberfläche des geschmolzenen Silbers oxydfrei erscheint, so ist die Kupellation beendigt. Nach dem Erkalten wird das Silberkorn gewogen und daraus der Feingehalt der Legirung berechnet. Man stellt stets zwei Proben an, die, wenn sie Gültigkeit haben sollen, bis auf $^1/_{1152}$ übereinstimmen müssen.

Probe auf nassem Wege. Die Probe auf nassem Wege oder die Titrirmethode wurde wegen der Ungenauigkeit der Kupellation auf Veranlassung der französischen Regierung von Gay-Lussac ausfindig gemacht. Sie ist leichter auszuführen und bis auf $^1/_{2000} = ^1/_{20}$ pCt. genau. Diese Methode beruht auf der Eigenschaft des Kochsalzes, das Silber aus seiner salpetersauren Lösung als Chlorsilber niederzuschlagen. Da man weiss, dass 5,4274 Grammen Kochsalz genau 1 Gramm Silber aus seiner Lösung fällen, so kann man bei Anwendung der gewöhnlichen Titrirapparate einen Schluss auf den Feingehalt der aufgelösten Legirung ziehen.

Hydrostatische Probe. Für diejenigen Fälle, in welchen die Silberproben durch Kupellation und durch Titriren nicht zulässig sind, wie z. B. bei dem geprägten Gelde, sucht Karmarsch die hydrostatische Probe zu substituiren, nach welcher durch alleinige Bestimmung des specifischen Gewichtes einer Kupfer-Silberlegirung der Feingehalt angegeben wird. Da Kupfer und Silber beim Legiren sich ausdehnen, eine Legirung aber um so dichter wird, je mehr sie dem mechanischen Druck unterworfen war, so liegt darin eine Unsicherheit der Basis der hydrostatischen Silberprobe, welche die Probe nicht für gegossenes und wenig bearbeitetes Silber, sondern nur ausschliesslich für geprägtes Silber anwendbar macht. Bei geprägtem Silber weichen die berechneten Resultate von der Probe durch Kupellation selten mehr als 3 Grän, d. i. $^{10{\cdot}4}/_{1000}$ ab. Die empirische Regel der Bestimmung des Silbers nach der hydrostatischen Methode ist folgende: Man subtrahirt von dem gefundenen specifischen Gewichte der Legirung die Zahl 8,814, hängt dem Reste zwei Nullen an und dividirt diese Zahl, die jetzt als Ganze gilt, durch 579. Der Quotient giebt den Feingehalt in Gränen an. Es sei z. B. das spec. Gewicht einer Legirung = 10,076, so ist der Feingehalt derselben = 216 Grän oder 12 Loth, denn:

$$10{,}076 - 8{,}814 = 1{,}251$$

und

$$\frac{125100}{579} = 216.$$

Versilbern Das Ueberziehen von Metallen mit Silber oder das Versilbern kann geschehen 1) durch Plattiren, 2) durch Feuer (Feuerversilberung), 3) auf kaltem, 4) auf nassem und 5) auf galvanischem Wege. Um Kupferblech mit einer Schicht von feinem Silber zu überziehen (Plattiren), bringt man auf die sorgfältig gereinigte Oberfläche des Kupfers eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, wodurch eine dünne Silberschicht entsteht. Auf diese Schicht bringt man eine Silberplatte, glüht beide und streckt sie dann unter Walzen. Kupferdraht lässt sich schon übersilbern, indem man auf denselben Silberblech legt und ihn dann heiss durch cannellirte Walzen gehen lässt. — Das Versilbern im Feuer geschieht mit Hülfe eines Silberamalgams oder eines Gemenges von 1 Th. gefälltem Silber, 4 Th. Salmiak, 4 Th. Kochsalz, $^1/_4$ Th. Quecksilberchlorid, das man auf die sorgfältig gereinigte Oberfläche des Metalles aufreibt; aus dem Ueberzug von Silberamalgam wird das Quecksilber durch Ausglühen entfernt. Zum Versilbern der Knöpfe empfiehlt man einen Teig von 48 Th. Kochsalz, 48 Th. Zinkvitriol, 1 Th. Quecksilberchlorid und 2 Th. Chlorsilber. — Behufs der Versilberung auf kaltem Wege wird die gereinigte Oberfläche des zu versilbernden Metalles mit einem mit Wasser angefeuchteten Gemenge von gleichen Theilen Chlorsilber, Kochsalz, $^2/_3$ Kreide und 2 Th. Potasche mittelst eines Korkes angerieben, bis die gewünschte Silberfarbe zum Vorschein gekommen ist. Nach Prof. Stein soll man 1 Th. salpetersaures Silberoxyd mit 3 Th. Cyankalium zusammenreiben und so viel Wasser hinzusetzen, dass ein dicker Brei entsteht, welchen

(Marginalia: durch Plattiren. — durch Feuer. — auf kaltem Wege.)

man mit einem wollenen Lappen rasch und gleichförmig aufreibt. Roseleur und Lavaux empfehlen zu gleichem Zwecke ein Bad aus 100 Th. schwefligsaurem Natron und 15 Th. irgend eines Silbersalzes. Thiede, Uhrmacher in Berlin, schlägt vor, die Uhrzifferblätter dadurch mit einer schönen, matten, weissen körnigen Silberschicht zu überziehen, dass man mittelst Kupfer gefälltes Silber, mit einem Gemenge von gleichen Theilen Kochsalz und Weinstein, mit den Fingern auf die Kupfer- und Bronzeplatten einreibt. Um Eisen zu versilbern, muss dasselbe erst mit einer Schicht Kupfer überzogen werden. Bei der auf nassem Wege bewirkten Versilberung oder dem Silbersud wird das zu versilbernde Metall in eine siedend heisse Lösung von gleichen Theilen Weinstein und Kochsalz mit $^1/_4$ Chlorsilber gebracht, bis die Versilberung hinreichend eingetreten ist. Von der galvanischen Versilberung, welche die jetzt allgemein gebräuchlichere ist, wird am Ende des Kapitels von den Metallen die Rede sein.

auf nassem Wege.

Schwarzfärben des Silbers.

Das jetzt gebräuchliche Schwarzfärben von silbernen Gegenständen, das sogenannte Oxydiren oder Galvanisiren des Silbers wird entweder durch Schwefel oder durch Chlor bewirkt; ersterer giebt einen blauschwarzen, letzteres einen braunen Ton. Die Färbung durch Schwefel wird durch Eintauchen des Gegenstandes in Schwefelkaliumlösung, die durch Chlor durch Eintauchen in eine Lösung von Kupfervitriol und Salmiak hervorgebracht.

Salpetersaures Silberoxyd.

Das salpetersaure Silberoxyd, Silbersalpeter oder Höllenstein (AgO, NO_5) wird aus kupferhaltigem Silber dargestellt, indem man dasselbe in Salpetersäure löst, die Lösung zur Trockne verdampft und den Rückstand bis zum vollständigen Zersetzen des salpetersauren Kupferoxydes erhitzt. Die zurückbleibende Masse wird mit Wasser ausgezogen, filtrirt und zum Krystallisiren abgedampft; die erhaltenen Krystalle werden geschmolzen und in Form von Stängelchen gebracht.

Zeichentinte.

Man benutzt den Höllenstein zum Wegbeizen von Wucherungen in der Chirurgie, in grösster Menge zu photographischen Zwecken und endlich zum Zeichnen der Wäsche. Eine dazu anwendbare Zeichentinte (unauslöschliche Tinte) besteht aus zwei verschiedenen Flüssigkeiten, wovon die eine, mit welcher man die zu beschreibende Stelle befeuchtet, aus kohlensaurem Natron und destillirtem Wasser, die andere, womit man schreibt, aus salpetersaurem Silberoxyd, arabischem Gummi, Saftgrün und destillirtem Wasser besteht.

Die Lichtbilder.

Bereits im 16. Jahrhundert war es bekannt, dass Chlorsilber (Hornsilber) sich am Lichte leicht schwärze, und man kennt ausführliche Vorschriften, um das Innere von Glasgefässen mit einem Brei von Chlorsilber und Kreide zu überziehen und darauf vor dem Lichte geschützt zu trocknen. Die Aussenseite der Gefässe wurde mit Figuren, Buchstaben etc., in schwarzem Papier ausgeschnitten, überklebt und das Gefäss darauf dem directen Sonnenlichte ausgesetzt, wodurch die ganze überstrichene Fläche geschwärzt wurde, mit Ausnahme der beklebten Stellen. Wedgwood kam schon auf die Idee, diese Schwärzung des Chlorsilbers durch das Licht zu benutzen, um die Bilder der Camera obscura aufzunehmen. H. Davy stellte mit Hülfe des Sonnenmikroskopes Bilder kleinerer Gegenstände auf Chlorsilberpapier dar, die aber, wegen der dauernden Einwirkung des Lichtes auf das Chlorsilber, bald wieder verschwanden. Seit dem Jahre 1814 beschäftigte sich Niepce de St. Victor mit Versuchen, um die Eigenschaft gewisser Harze, durch den Einfluss des directen

Sonnenlichtes in Alkohol fast unlöslich zu werden, zur Hervorbringung von Lichtbildern zu benutzen. Er überzog polirte Silber- und Kupferplatten mit einer dünnen Harzschicht, exponirte dieselben in der Camera obscura dem Lichte und entfernte dann durch Lösungsmittel das Harz an denjenigen Stellen, welche von dem Licht am wenigsten getroffen worden waren. Die blossgelegten Stellen der Silberplatte bildeten so stark spiegelnd die Schatten, während die mit Harz überzogenen Stellen dagegen die lichten Partien der Bilder der Camera obscura repräsentirten. Seit 1826 beschäftigte sich auch Daguerre mit Versuchen, die Bilder der Camera obscura zu fixiren, jedoch ohne ein genügendes Resultat zu erlangen. Zwischen ihm und Niepce trat bald eine Verbindung ein. Sie versuchten die Schatten ihrer Bilder, d. h. die freien Stellen ihrer Silber- oder Kupferplatten durch Einwirkenlassen von Schwefelwasserstoffgas und Joddämpfen dunkler hervortreten zu lassen. Der Erfolg ihrer Versuche war, dass sie die Oberfläche einer Silberplatte durch Aussetzen von Joddämpfen mit einer Schicht von Jodsilber, demnach mit einem Körper überzogen, welcher durch die Einwirkung des Lichtes weit schneller zersetzt wurde als das Chlorsilber. Eine beiläufige Beobachtung über die Wirkung der Quecksilberdämpfe auf eine von der Sonne beschienene, mit Jodsilber überzogene Platte, führte zu der Entdeckung des Verfahrens, ein nach der Herausnahme aus der Camera obscura auf der Silberplatte noch nicht wahrnehmbares Bild deutlich hervortreten zu lassen. Diese erste photographische Methode wurde von den Erfindern Heliographie genannt. Daguerre verfolgte nach dem Tode von Niepce (1833) mit des Letzteren Sohn unablässig dasselbe Ziel und war endlich im Jahre 1839 so weit, der Pariser Akademie der Wissenschaften ein vollendetes Verfahren mittheilen zu können, nach welchem jedes Bild der Camera obscura binnen wenigen Minuten mit Schärfe und Genauigkeit auf einer polirten Silberplatte zu fixiren ist. Die nach dem Verfahren von Daguerre und Niepce hervorgebrachten Lichtbilder nennt man Daguerreotype und die Methode selbst die Daguerreotypie. Die überraschenden Erfolge der Daguerreotypie veranlassten den Engländern Talbot, auch sein Verfahren, Lichtbilder auf Papier darzustellen, bekannt zu machen. Talbot hatte namentlich vollkommene Abbildungen eines Kupferstiches erhalten, indem er denselben auf ein mit Chlorsilber überzogenes Papier legte und dem Sonnenlichte aussetzte; nur war in dem so erhaltenen Bilde die Vertheilung von Licht und Schatten gerade umgekehrt als im Original. Wurde nun dieses Bild genau so wie der Kupferstich behandelt, so lieferte die neue Copie ein positives, d. h. ein dem Original auch hinsichtlich des Schattens und Lichtes vollkommen gleiches Bild. Es gelang Talbot endlich auch, in der Gallussäure, welche indessen später durch die Pyrogallussäure und zum Theil auch durch die Oxyphensäure ersetzt wurde, ein Mittel zu finden, durch welches selbst nach sehr kurzer Bestrahlung eines empfindlichen Papieres das auf dessen Oberfläche nicht oder nur schwach sichtbare Bild zum Vorschein gebracht werden konnte. Seit einigen Jahren hat man sich vielfach bemüht, andere lichtempfindliche Substanzen als die Silberverbindungen in die Photographie einzuführen, so die Uranoxydsalze, welche durch das Licht zu Uranoxydulsalzen reducirt werden; auch die von Pouncy entdeckten Kohlenbilder, welche eine Art Hervorrufung durch fein zertheilte Kohle darstellen und durch die Einwirkung des Lichtes auf ein auf eine Glasplatte ausgebreitetes und getrocknetes Gemenge von Holzkohlenpulver, Gummilösung und zweifach chromsaures Kali erhalten werden, sind hier, obgleich sie sich keinen Eingang in die Praxis verschafft haben, zu erwähnen.

Gegenwärtig wird fast allgemein das photographische Verfahren von Talbot mit dem Namen Photographie (φῶς, Licht γράφειν, schreiben) bezeichnet.

Wir beschreiben im Folgenden:

I. Die Daguerreotypie oder die Kunst der Herstellung von Lichtbildern auf polirten Silberplatten.

II. Die Photographie oder das Verfahren der Erzeugung von Lichtbildern auf Papier.

III. Die Photographie auf Glas.

I. Daguerreotypie.

Der Process der Erzeugung der Lichtbilder auf polirten Silberplatten ist folgender: Eine polirte, silberplattirte Kupferplatte wird Dämpfen von Jod ausgesetzt, dadurch bildet sich auf der Oberfläche der Platte eine dünne Schicht von Jodsilber, welche nach Maassgabe ihrer Dicke und den Gesetzen der Farben dünner Schichten alle Nüancen von Blassgelb durch Rosa, Orange, Kupferroth, Violett, Stahlblau bis wieder zum Gelb durchmacht, wo dann eine zweite Reihe der Newton'schen Farben entsteht. Man setzt die Platte so lange Joddämpfen aus, bis sie eine orangengelbe, höchstens rosafarbige Nüance angenommen hat. Bringt man nun die Platte in die Camera obscura, so entsteht auf derselben nach kurzer Zeit ein noch unsichtbares Bild, indem durch das Licht das Jodsilber an den beleuchteten Stellen — wahrscheinlich zu einem Silbersubjodid Ag_2J — reducirt wird. Das Bild tritt hervor, wenn man die Platte Quecksilberdämpfen aussetzt. Das Quecksilber reducirt das Silber aus denjenigen Stellen des Jodsilbers, welche stark vom Licht getroffen wurden und deshalb mit Silbersubjodid überzogen sind; dieses Silberpulver bildet einen weissen Staub, welcher solche Stellen der Bilder hell erscheinen lässt. Die von dem Lichte nicht getroffenen Stellen des Jodsilbers werden von den Quecksilberdämpfen nicht reducirt. Sobald das Bild die gehörige Kraft erreicht hat, wird das unzersetzte Jodsilber durch eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron entfernt.

Jodsilber AgJ Unterschwefligsaures Natron S_2O_2, 2 NaO	geben	Jodnatrium NaJ Unterschwefligsaures Silberoxyd-Natron S_2O_2, NaO, AgO

Einige Physiker sind der Ansicht, dass das Bild durch ein Silberamalgam hervorgebracht werde. In der That sieht man, wenn man ein Daguerreotyp unter dem Mikroskop betrachtet, die Silberplatte an den vom Lichte getroffenen Stellen mit äusserst kleinen Metallkügelchen von etwa $^1/_{800}$ Millimeter Durchmesser bedeckt, welche um so zahlreicher beisammenstehen, je heller die Lichter sind.

Der ganze Process der Erzeugung von Lichtbildern auf der polirten Fläche von Silber- oder silberplattirten Kupferplatten lässt sich in sechs wesentliche Operationen getheilt darstellen:

1) das Reinigen und Poliren der Platte;
2) die Jodirung der Platte oder die Erzeugung der empfindlichen Schicht;
3) das Einbringen der präparirten Platte in die Camera obscura;
4) das Hervorrufen des Bildes auf der impressionirten Platte durch Quecksilberdämpfe;
5) die Entfernung der unverändert gebliebenen Stellen des Jodsilberüberzuges;
6) die Vergoldung und Trocknung des Bildes auf der Platte.

Das Reinigen und Poliren der Platte.

Niepce wendete bei seinen Bildern ursprünglich Silberplatten an; an ihre Stelle setzte Daguerre später die bei weitem wohlfeileren, nur mit einer dünnen Silberschicht überzogenen, silberplattirten Platten. Um eine völlig reine und gleichförmige Schicht zu erhalten, werden gegenwärtig häufig galvanisch versilberte Kupferplatten angewendet.

Die polirte Kupferplatte muss nun auf das sorgfältigste gereinigt und zuletzt auf das schönste polirt werden. Sie muss nach dem Poliren in solcher Richtung gesehen, in der man ein auf ihr befindliches Bild betrachten würde, dunkel erscheinen,

darf beim Anhauchen keine Flecken zeigen, der darauf niedergeschlagene Wasserdampf muss gleichmässig und schnell verschwinden und das in ihr gespiegelte Bild eines Stück weissen Papieres eine weisse Farbe besitzen.

Die Erzeugung der empfindlichen Schicht.

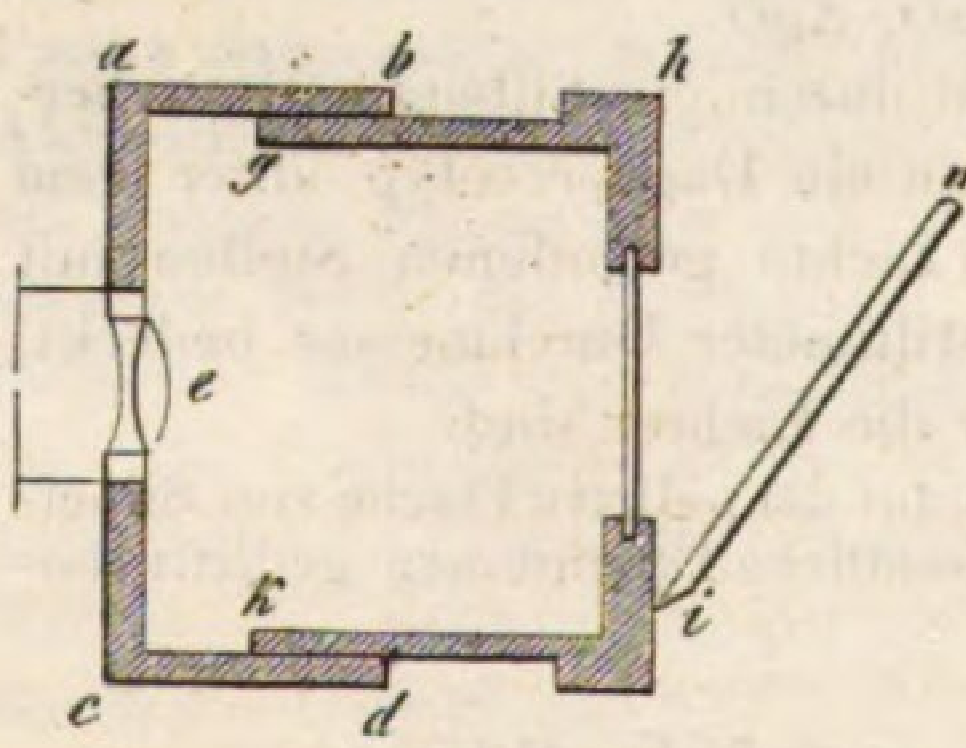
Zur Herstellung der empfindlichen Schicht wendete Daguerre zuerst nur Jod an. Später suchte man durch Anwendung anderer Substanzen (sogenannte Beschleunigungsmittel) die Empfindlichkeit zu erhöhen. Als bestes Beschleunigungsmittel hat sich das Brom erwiesen, das entweder für sich oder als Bromkalk (unterbromigsaurer Kalk CaO, BrO) oder Bromjod zur Anwendung kommt. Nächst dem Brom benutzt man als Beschleunigungsmittel das Chlorjod, sowie eine Verbindung von Chlorjod mit Brom. Das Jodiren der Platte geschieht auf folgende Weise: Man bringt auf den Boden eines porcellanenen Gefässes Jodpulver, legt darauf ein Stück Tuch, bedeckt das Gefäss mit einer mattgeschliffenen Glasplatte, in deren Mitte eine der Form der Platte entsprechende, jedoch etwas kleinere Oeffnung ausgeschnitten ist. Ueber diese Oeffnung legt man die Silberplatte und auf diese eine dicke Glasplatte. Man lässt das Jod so lange einwirken, bis die Platte eine goldgelbe Anlauffarbe zeigt. Es ist zum Gelingen des Processes durchaus nothwendig, dass die sich hierbei bildende Jodsilberschicht auf der Platte überall gleich dick wird.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass man Chloroform, Bromoform und Jodoform, chlorigsaures Gas, Ammoniakgas, Chlorschwefel u. s. w. als beschleunigende Mittel angewendet hat, unter denen namentlich der Chlorschwefel hervorzuheben ist, welcher nach Natterer die Eigenschaft besitzt, die Bilder unmittelbar nach der Exposition sichtbar zu machen, ohne dass die Platte erst den Quecksilberdämpfen ausgesetzt werden müsste.

Das Einbringen der präparirten Platte in die Camera obscura.

Die Camera obscura, in welche die präparirte Platte gebracht wird, hat folgende Einrichtung: Der das achromatisch zusammengesetzte Objectiv *e* (Fig. 53) enthaltende Einsatz ist vorn mit einer Blendung versehen, die beliebig geöffnet wird und geschlossen werden kann. Damit man die Platte in die gehörige Entfernung von der Linse bringen kann, besteht der Kasten der Camera aus zwei in einander verschiebbaren Theilen *a*, *b*, *c*, *d* und *g*, *h*, *i*, *k*; der hintere Theil ist so eingerichtet, dass der Rahmen, der zur Aufnahme des Bretes mit der Platte dient, in die Oeffnung *h i* passt. Vor dem Versuche wird in *h i* ein Rahmen mit einer mattgeschliffenen Glastafel eingesetzt; darauf wird *g*, *h*, *i*, *k* so lange verschoben, bis das Bild auf der Glastafel die grösste Schärfe zeigt. In dem Rahmen befindet sich bei der gewöhnlichen Camera obscura ein Spiegel *i m*, um das Bild bequemer beobachten zu können. Bei den zu photographischen Zwecken bestimmten Apparaten ist dieser Spiegel überflüssig. Ist der Brennpunkt richtig eingestellt und der Rahmen, in welchem die jodirte Platte befestigt ist, in den Falz der erwähnten Oeffnung eingeschoben, so zieht man den vor der Platte befindlichen Schieber zurück, entfernt den Deckel von der Objectivlinse, setzt ihn nach angemessener Bestrahlung wieder auf, schiebt den Schieber wieder vor die Platte und zieht den Rahmen aus dem Falze heraus. Die Dauer der Exposition ist von der Intensität der Beleuchtung abhängig und lässt sich nur durch die Erfahrung bestimmen. Eine Lichteinwirkung zur gehörigen Erzeugung eines Daguerreotypbildes von im Durchschnitt 5—10 Secunden ist die entsprechendste. Die Camera obscura zeigt das Bild umgekehrt, d. h. die rechte Seite links und die linke rechts. Um diesen Uebelstand, der besonders

Fig. 53.



beim Aufnehmen von Personen und Gegenden störend sich bemerklich macht, zu beseitigen, befestigt man vor dem Objectiv der Camera einen unter 45° geneigten Spiegel, welcher eine Umkehrung des Bildes bewirkt, so dass dasselbe im Daguerreotype in der natürlichen Lage erscheint.

Das Hervorrufen des Bildes auf der impressionirten Platte durch Quecksilberdämpfe.

Nachdem die Platte die gehörige Zeit dem Lichte ausgesetzt war, so ist nach dem Entfernen aus der Camera obscura noch kein Bild auf ihr wahrzunehmen. Das Bild wird erst durch die Einwirkung von Quecksilberdämpfen auf die präparirte Fläche sichtbar. Diese Operation geschieht in einem viereckigen, hölzernen, von vier Füssen getragenen Kasten, dessen nach unten gewölbter Boden Quecksilber enthält. Das Quecksilber wird durch eine unterstellte Spiritus- oder Gaslampe auf ungefähr 70—80° erwärmt; der Deckel liegt gewöhnlich in einem Winkel von 45° auf dem Kasten. Je länger die Platte dem Sonnenlichte ausgesetzt war, um so schneller wird das Bild durch die Quecksilberdämpfe vollendet. Man erkennt die Beendigung der Einwirkung des Quecksilbers daran, dass das Bild klar und weiss erscheint, ohne dass die dunkelsten Schatten grau werden (Quecksilberschleier).

Entfernung der unverändert gebliebenen Stellen des Jodsilberüberzuges.

Nachdem die Platte aus dem Rahmen entfernt worden ist, muss der für das Licht noch empfindliche Jodsilberüberzug entfernt werden. Zu diesem Behufe taucht man die Platte in eine Lösung von 1 Th. unterschwefligsaurem Natron in 6 Theilen Wasser, welche man bis auf ungefähr 70° erwärmt. Von jetzt an braucht das Bild nicht mehr vor dem Licht geschützt zu werden.

Vergoldung der Platte.

Eine wichtige Verbesserung haben die Daguerreotypien noch durch die von Fizeau eingeführte Vergoldung erhalten. Nachdem die Jodsilberschicht durch eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron entfernt und die Platte mit destillirtem Wasser abgewaschen worden ist, legt man sie horizontal auf einen Metallring, übergiesst sie mit dem Goldbade und erhitzt sie durch eine untergehaltene Spirituslampe, bis das Bild mit einer dunklen Schicht überzogen erscheint, worauf es mit destillirtem Wasser gewaschen und getrocknet wird.

Das Goldbad besteht aus einer Lösung von
1 Grm. Goldchlorid,
3 ,, unterschwefligsauren Natrons in
3 Liter destillirten Wassers.

II. Photographie.

Es ist bisher noch nicht gelungen, direct schöne positive Bilder herzustellen, sondern man ist genöthigt, zuerst negative Bilder zu erzeugen d. h. solche, auf denen die stärksten Lichter schwarz und undurchsichtig hervortreten, die dunkelsten Stellen dagegen weiss erscheinen. Erst vermittelst der negativen Bilder erhält man positive Bilder, auf welchen die Lichter hell und die Schatten dunkel erscheinen.

Das Verfahren bei der Erzeugung der Lichtbilder auf Papier zerfällt in folgende Operationen, nämlich in
1) die chemische Präparirung des Papiers;
2) das Einbringen des Papiers in die Camera obscura;
3) das Hervorrufen des negativen Bildes;
4) das Fixiren dieses Bildes;
5) das Durchsichtigmachen desselben;
6) das Hervorrufen des positiven Bildes;
7) das Fixiren des positiven Bildes.

Chemische Präparirung des Papiers.

Man wählt ein Papier von möglichst gleichförmigem Korne, welches kein Stärkemehl als Leim enthalten darf, und legt es, nachdem man ihm die der

Camera obscura entsprechende Grösse gegeben hat, mit der glatten Seite (Filzseite) auf die Oberfläche einer Flüssigkeit, welche aus einer Auflösung von 1 Th. Jodkalium in 15 Th. destillirten Wassers und einigen Tropfen Cyankaliumlösung besteht, und lässt es darauf 1 — 1$^1/_2$ Minute schwimmen. Man nimmt das Papier sorgfältig von der Flüssigkeit, trocknet es zwischen Fliesspapier und bringt es dann mit der unteren noch feuchten Seite auf die Oberfläche einer Lösung von 1 Th. geschmolzenen salpetersauren Silberoxydes (Höllenstein) in 10 Th. destillirten Wassers und $^1/_2$ — 1 Th. Essigsäure und lässt es darauf wieder 1 — 1$^1/_2$ Minute schwimmen. Durch diese Operation überzieht sich das Papier mit einer gleichmässigen Schicht von kanariengelbem Jodsilber.

Einbringen des Papieres in die Camera obscura. Das präparirte Papier zeigt sich im feuchten Zustande zur Aufnahme des Bildes in der Camera obscura am geeignetsten. Man bringt es mit der nassen Seite auf eine vollkommen reine Spiegelglastafel und schiebt letztere mit dem adhärirenden Papierblatte in die Camera obscura, ebenso wie es bei der Daguerreotypie angegeben worden ist. Die Expositionsdauer richtet sich nach der Stärke des zerstreuten Tageslichts und beträgt 10 — 30 Sekunden. Sobald die hinlängliche Lichteinwirkung stattgefunden hat, wird das Objectiv der Camera schnell bedeckt, der Schieber des Rahmens verschlossen und das darin befindliche Bild in ein dunkles Zimmer getragen.

Hervorrufen des negativen Bildes. Auf dem präparirten Papiere befindet sich bereits das unsichtbare negative Bild. Man hat nun nach chemisch wirkenden Substanzen gesucht, welche auf die vom Lichte getroffenen Stellen der empfindlichen Schicht in der Art einwirken, dass sie dieselben entsprechend der Stärke der stattgefundenen Lichteinwirkung dunkel färben, während die nicht vom Licht getroffenen Stellen durch sie in keiner Beziehung eine Farbenveränderung erleiden. Eine solche Substanz, welche auf die vom Lichte bestrahlten Silberverbindungen in der angedeuteten Weise einwirkt, ist die G a l l u s s ä u r e, später entdeckte man, dass das s c h w e f e l s a u r e E i s e n o x y d u l (Eisenvitriol), die O x y p h e n s ä u r e $C_{12}H_6O_4$ und die P y r o g a l l u s s ä u r e $C_{12}H_6O_6$ dieselbe Wirkung in noch höherem Grade zeigen. Die genannten Substanzen haben das Bestreben, mit grosser Begierde Sauerstoff aufzunehmen, wobei der Eisenvitriol in basisch schwefelsaures Eisenoxyd, die drei genannten organischen Säuren aber unter Kohlensäureentwickelung in schwarze Humussubstanzen übergehen. In gleicher Weise verhalten sich diese Substanzen gegen gewisse Jod-, Brom- und Chlorverbindungen, obgleich auch in diesen Fällen die Zersetzung auf eine Oxydation zurückzuführen ist. Lässt man nun auf die vom Lichte getroffenen Stellen der empfindlichen Schicht z. B. eine wässerige Lösung von Gallussäure einwirken, so veranlasst die Gegenwart letzterer Säure eine Zersetzung des Jodsilbers, zugleich aber auch eine Zersetzung der Gallussäure selbst durch Oxydation. Das ausgeschiedene Jod zersetzt ein Aequivalent Wasser, dessen Wasserstoff sich mit dem Jod zu Jodwasserstoffsäure verbindet, während der Sauerstoff als Ozon auftritt und sofort die Gallussäure unter Zurücklassung von Humussubstanz oxydirt. Das Silber scheidet sich hierbei als dunkles glanzloses Pulver ab.

Fixiren des negativen Bildes. Das aus der Gallussäure- oder Eisenvitriollösung genommene Bild wird mit destillirtem Wasser abgespült und darauf mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron in destillirtem Wasser übergossen und in diesem Bade so lange gelassen, bis das Bild in Folge der Auflösung des unzersetzten Jodsilbers in seinen hellen Partien nicht mehr gelb, sondern weiss erscheint. Hierauf entfernt man das Papier aus dem Bade, trocknet es oberflächlich zwischen zwei Blättern

Fliesspapier, wäscht es mit Wasser aus und lässt es dann auf Fliesspapier an der Luft vollständig trocknen.

Anstatt des unterschwefligsauren Natrons hat man eine Lösung von Cyankalium oder Cyannatrium zum Fixiren des Bildes vorgeschlagen.

Durchsichtigmachen des negativen Bildes. Das Durchsichtigmachen des negativen Bildes geschieht auf folgende Weise: Man schmilzt 3 Th. weisses Wachs und 2 Th. Unschlitt zusammen und giesst daraus eine kerzenförmige Stange. Eine Kupferplatte wird über der Spirituslampe so lange erhitzt, bis darauf gespritzte Wassertröpfchen abspringen; man entfernt nun die Platte von der Flamme, legt sie auf einen Tisch, das negative Bild darauf und überfährt dasselbe mit der Wachsstange, bis das Bild überall reichlich mit Wachs durchzogen erscheint. Früher wurde das Durchsichtigmachen des Bildes auf die Weise ausgeführt, dass man dasselbe nach dem Trocknen mit dünn geschabtem weissen Wachse, Paraffin oder Wallrath überstreute, zwischen Briefpapier legte und sodann das Papier mit einem nicht zu heissen Plätteisen überging.

Hervorrufen des positiven Bildes. Zur Erzeugung des positiven Bildes sind drei verschiedene Flüssigkeiten erforderlich, nämlich

1) eine Lösung von
 10 Grammen Kochsalz in
 320 „ destillirten Wassers;
2) eine Lösung von
 32 Grammen krystallisirten salpetersauren Silberoxydes in
 320 „ destillirten Wassers;
3) eine Lösung von
 32 Grammen unterschwefligsauren Natrons,
 2 „ salpetersauren Silberoxydes in
 336 „ destillirten Wassers;

man löst das salpetersaure Silberoxyd in 16 Grammen destillirten Wassers und giesst diese Lösung unter fortwährendem Umrühren in einem dünnen Strahle in die Lösung des unterschwefligsauren Natrons in 320 Grammen (20 Loth) destillirten Wassers.

Als Papier zu den positiven Bildern wählt man ein starkes, gleichförmiges gut geglättetes Velinpapier ohne Wasserzeichen aus. Die chemische Präparirung des Lichtes geschieht, indem man das Papierblatt zuerst auf der Kochsalzlösung $1^1/_2$ Minute lang schwimmen lässt, es zwischen Fliesspapier oberflächlich abtrocknet, darauf ungefähr zwei Minuten lang auf der Silberlösung schwimmen lässt, nachher in gleicher Weise wie vorher zwischen Fliesspapier trocknet, ferner beide Operationen in der nämlichen Ordnung wiederholt und endlich mit sorgfältiger Trocknung durch häufiges Ueberstreichen und Andrücken aufgelegten frischen Fliesspapieres schliesst.

Der zur Erzeugung des positiven Bildes angewendete Copirrahmen besteht in seiner einfachsten Form aus zwei Glasplatten, welche auf irgend eine Weise an einander gepresst werden. Bei directem Sonnenlichte dient eine Exposition von etwa 10 Minuten, im zerstreuten Tageslichte ist oft mehr als eine Stunde Zeit nöthig. Je intensiver das negative Bild ist, desto länger muss die Exposition dauern.

Fixiren des positiven Bildes. Nach hinreichender Einwirkung des Lichtes entfernt man das Bild aus dem Copirrahmen und legt es in die erwähnte silberhaltige Lösung von unterschwefligsaurem Natron, lässt es darin $^1/_2$—1 Stunde, bis es nicht an Intensität zunimmt, worauf es herausgenommen, zwischen Fliesspapier getrocknet, mit destillirtem Wasser sorgfältig ausgewaschen und endlich vollkommen getrocknet wird.

Der Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd zum unterschwefligsaurem Natron hat den Zweck, die unangenehm rothbraune Nüance, welche positive Bilder gern zeigen, zu beseitigen und ein schönes Schwarz zu erzeugen.

Die fertige Photographie wird mit einem feinen farblosen Lackfirniss oder mit verdünntem Collodium überzogen, um ihr ein glänzendes Ansehen zu geben und sie haltbarer zu machen.

Photographie auf Glas.

Der Mangel an Gleichförmigkeit in der Masse des Papiers und die Rauhigkeit seiner Oberfläche veranlassten sehr bald nach dem Bekanntwerden der Photographie auf Papier Versuche, die genannten Uebelstände zu beseitigen; namentlich suchte man durch Ueberziehen des Papieres mit Eiweiss und anderen Substanzen eine glatte Oberfläche desselben herzustellen. Da bei Benutzung derartiger Ueberzüge die Bilder hauptsächlich auf diesen Schichten sich erzeugten, so lag der Gedanke nicht fern, das in der That nur als Unterlage dienende Papier durch Glas zu ersetzen, wobei ausser dem Vortheil einer vollkommen glatten Fläche auch zu gleicher Zeit die für das Copiren des negativen Bildes wichtige Durchsichtigkeit erzielt wurde. Bilder auf dünnen Ueberzügen von Glasplatten nennt man Glasbilder, obgleich das Glas nur als Träger der sehr dünnen und durchsichtigen Schicht einer anderen Substanz dient. Unter den zu diesem Zwecke vorgeschlagenen Substanzen sind Stärkekleister, Leim, Eiweiss und Collodium zu erwähnen, unter denen nur das letztere allgemeine Anwendung gefunden hat.

Collodiumbilder. Die grossen Fortschritte, welche die Photographie in dem letzten Jahrzehnd gemacht hat, datiren sich von der Einführung des Collodiums zur Anfertigung negativer Bilder. Die Anwendung von Eiweiss liess zwar hinsichtlich der Feinheit und Zartheit des Bildes nichts zu wünschen übrig, aber die lange Zeit, welche für die Exposition erfordert wurde, beschränkte die Anwendung dieser Methode auf die Darstellung von Landschaften und architektonischen Gegenständen.

Die Herstellung der Collodiumbilder zerfällt in vier Operationen nämlich in

1) die Bereitung des Collodiums,
2) die Auftragung des Bildes auf die Platte,
3) die Entwicklung des Bildes,
4) die Fixirung desselben.

Bereitung des Collodiums. Das Collodium wird durch Auflösen von Schiessbaumwolle in Aether bereitet. Man taucht die lufttrockene Schiessbaumwolle in starken Alkohol, welcher ihr das noch vorhandene Wasser kräftig entzieht; sobald sie aus dem Alkohol entfernt ist, bringt man sie sofort in eine Mischung aus 10 Th. Aether und 6 Th. Alkohol, in welcher sie sich vollständig löst. Man giesst das rohe Collodium in ein Glas von etwa 200 Grammen Capacität, welches

2,65 Grammen Jodammonium,
0,1 ,, Fluorkalium und
4—5 Tropfen destillirtes Wasser

enthält. Nachdem man die Mischung wiederholt geschüttelt hat, lässt man sie stehen, bis sie klar und durchsichtig geworden ist; sie hat dann eine blassgelbe Farbe angenommen.

Nach den Versuchen von v. Babo ist Hauptbedingung des Gelingens absolute Neutralität derjenigen Präparate, welche die Jodsilberschicht hervorbringen sollen, so wie die Abwesenheit jedes reducirenden Körpers in dem Collodium. Setzt man zu letzterem Aldehyd, schweflige Säure, Pyrogallussäure, Ameisensäure, Eisenoxydul etc., so wird die Einwirkung des Lichts sehr beeinträchtigt, wo nicht aufgehoben. Daraus erklärt sich, warum älteres Collodium seine Empfindlichkeit verliert, da durch den oxydirenden Einfluss des freiwerdenden Jods Aldehyd sich bildet. Es geht daraus ferner hervor, dass zur Bereitung des Collodiums nur ein frisch über Aetzkali destillirter Alkohol und Aether verwendet werden darf, wenn der höhere Grad der Empfindlichkeit erreicht werden soll. Das Collodium darf ferner keine jodsauren Salze enthalten, da deren Gegenwart die Einwirkung eines schwachen Lichts

fast gänzlich hemmt. Ein diesen Anforderungen entsprechendes Collodium wird bei Anwendung von Teträthylammoniumjodür $N(C_4H_5)_4J$ anstatt des Jodkaliums nach folgender Vorschrift erhalten:

0,5—1	Th.	Teträthylammoniumjodür,
1	,,	Schiessbaumwolle,
30—40	,,	Alkohol von 80 pCt.,
50—60	,,	Aether.

Das zu verwendende Teträthylammoniumjodür wird in möglichst wenig wässerigem Weingeist von 50 pCt. aufgelöst, mit Silberpulver etwa 24 Stunden digerirt, um alles freie Jod hinwegzunehmen, und dann dem vorher bereiteten Collodium zugesetzt.

Auftragung des Bildes auf die Platte. Das jodirte Collodium wird vorräthig in einem Fläschchen aufbewahrt, das gegen Staub und das Verdunsten des Aethers geschützt ist, und daraus so viel auf die vollkommen horizontal liegende Platte gegossen, als die Grösse derselben erfordert. Durch Neigen derselben befördert man das Auseinanderfliessen des Collodiums, bis die ganze Platte mit einer Schicht überzogen ist, von welcher man den Ueberschuss über eine Ecke ablaufen lässt. Die übergossene Platte trocknet fast augenblicklich, man darf sie aber nicht ganz trocknen lassen, sondern nur so weit, dass, wenn mit dem Finger eine Ecke berührt wird, er dort einen klebrigen Abdruck hinterlässt. Sobald die Platte dieses Maass der Consistenz erlangt hat, taucht man dieselbe in die Silberlösung, die sich in einem Trog von Porcellan oder Glas befindet. Die Oberfläche der Platte wird nicht sofort benetzt; es gehört eine gewisse Zeit dazu, dass der Aether sich mit dem Wasser vermischt; man lässt demnach die Platte wenigstens eine halbe Minute im Bade. Sobald die Glasplatte mit einer gelblich weissen, opalartig durchsichtigen Schicht überzogen erscheint, entfernt man sie aus dem Bade und bringt sie sofort in den Rahmen der Camera obscura.

Entwicklung des Bildes. Die Zeit der Exposition wechselt nach der Beleuchtung zwischen 1 und 18 bis 20 Secunden. Nachdem im Dunkeln die impressionirte Platte aus dem Rahmen genommen worden ist, behandelt man sie mit der Entwicklungsflüssigkeit.

von Babo giebt folgender Mischung den Vorzug:

Wasser	100	Th.
Alkohol	20	,,
Essigsäure des Handels	30	,,
Pyrogallussäure	1	,,

nach J. Schnauss wendet man zum Hervorrufen der Bilder an eine Lösung von

destill. Wasser	32 Gramme			destill. Wasser	64 Gramme
Pyrogallussäure	0,05 ,,	oder		Pyrogallussäure	0,10 ,,
Eisessigsäure	20 Tropfen			Citronensäure	0,15 ,,

Das Bild kommt augenblicklich zum Vorschein; sehr schwache Bilder kann man dadurch kräftigen, dass man sie mit Cyankalium fixirt und sorgfältig mit destillirtem Wasser wäscht, darauf mit Quecksilberoxydlösung (welche $^1/_{20}$ Quecksilberchlorid enthält) übergiesst und stehen lässt, bis alle Lichter weiss geworden sind; man entfernt jede Spur von Quecksilberchloridlösung durch Waschen und übergiesst das Bild mit verdünntem Ammoniak. Das durch die vorige Behandlung entstandene Quecksilberchlorür wird hierdurch in Quecksilberoxydul verwandelt und das Bild erscheint tiefer.

Fixiren des Bildes. Sobald das Bild gehörig entwickelt ist, was nach etwa zwei Minuten der Fall ist, wäscht man es mit Wasser und fixirt es sodann, indem man über das Bild eine gesättigte Lösung von unterschwefligsaurem Natron giesst oder auch Cyankalium anwendet. Je schneller das Jodsilber entfernt wird, desto klarer wird das Bild. Pohl empfiehlt eine Lösung von Schwefelammonium, welche über-

schüssigen Schwefel gelöst enthält, um den braunen Ton des Bildes durch Bildung von Schwefelsilber in Schwarz zu verwandeln.

Jetzt ist die Platte zur Anfertigung positiver Bilder fertig. Diese Bilder werden auf die gewöhnliche Art hergestellt und besitzen fast vollständig die Schärfe des negativen Bildes. Zu besonderen Zwecken wie z. B. zur Ausführung von Nebelbildern kann man auch die positiven Bilder wieder auf Glas hervorbringen.

Phototypie. Kurze Zeit nach der Entdeckung der Lichtbilder wurden zahlreiche Versuche angestellt, die Bilder durch den Druck zu vervielfältigen, entweder dadurch, dass man das Lichtbild selbst mit Schwärze versah und abdruckte oder von ihm auf galvanischem Wege Abdrücke zu gewinnen suchte. Diese Versuche konnten zu keinem, in der Praxis anwendbaren Verfahren führen, weil die Oberflächenveränderung, durch die das Bild erzeugt wird, auf alle Fälle eine viel zu schwache ist. Ein weit günstigeres Resultat erhielt man, als man die Photographie für Lithographie und Stahl- und Kupferstich anzuwenden suchte. Dies war zu erreichen entweder dadurch, dass man auf den mit passenden Ueberzügen versehenen Steinen oder Metallplatten Bilder erzeugte, welche vom Künstler nur als Vorzeichnungen benutzt wurden, um sie entweder mit lithographischer Tinte nachzuzeichnen oder mit der Nadel und dem Grabstichel weiter auszuführen, oder zweitens so, dass das blosse Aetzen zur Vollendung der Platten hinreicht.

Das Wesentliche des zweiten Verfahrens der Phototypie besteht darin, Asphalt in Aether, Benzol oder einem anderen ätherischen Oele zu lösen, diese Auflösung auf den lithographischen Stein oder die Metallplatte zu giessen; welche nach dem Trocknen zum Aufnehmen der Bilder in der Camera dient. Das Asphalt hat bekanntlich die Eigenschaft, durch das Licht unlöslich zu werden. Wenn man daher die Platte nach der Exposition mit einem ätherischen Oele übergiesst, so werden sich die beschatteten Stellen lösen, während der Asphaltfirniss auf den belichteten Stellen haften bleibt. Auf dem Steine wird das Bild nach dem gewöhnlichen lithographischen Verfahren weiter behandelt; auf Metallplatten wird geätzt, nachdem man der Platte, wenn es erforderlich schien, durch Harzstaub das sogenannte Aquatintakorn gegeben hat.

Niepce fand, dass der heliographische Firniss bedeutend an Empfindlichkeit gewinnt, wenn man ihn mehrere Stunden lang der Luft und dem Sonnenlichte aussetzt.

Der Firniss hat folgende Zusammensetzung:

Benzol	90 Gramme
Citronenöl	10 ,,
Asphalt	2 ,,

Dieser Firniss zeichnet sich durch Dünnflüssigkeit aus, lässt sich in sehr dünner gleichmässiger Schicht auftragen und trocknet leicht.

Das Gold.

(Au = 197.)

Gold. Vorkommen und Gewinnung desselben. Das Gold findet sich fast nur gediegen und zwar als Berggold auf seiner ursprünglichen Lagerstätte, meist auf Gängen, seltener auf Lagern, vorzüglich in Gesellschaft von Quarz, Schwefelkies und Brauneisenstein; dann secundär als Waschgold (Goldsand) in Körnern, Blättchen und abgerundeten Stücken im Sande der Flüsse und im Seifengebirge, dem von Flüssen aufgeschwemmten lockeren Lande, dessen Hauptmasse aus Thon- und Quarzsand besteht, zwischen welchen Glimmerblättchen, Gerölle von Syenit, Chloritschiefer, Körner von Chromeisen und Magneteisen, Spinell, Granat u. s. w. sich befinden. Im gediegenen Zustande enthält es stets mehr oder weniger Silber, so das Elektrum, das Palladgold u. s. w.; dass die Legirung des Goldes mit dem Silber aus bestimmten Verhältnissen beider bestehe, wie vielfach behauptet worden ist, erscheint wegen des Isomorphismus dieser Metalle nicht wahrscheinlich.

Nach neueren Analysen enthielt Gediegengold aus

	Siebenbürgen	Südamerika	Sibirien	Californien	Australien I.	Australien II.
Gold	64,77	88,04	86,50	89,60	99,2	95,7
Silber	35,23	11,96	13,20	10,06	0,43	3,9
Eisen u. andere Metalle	—	—	0,30	0,34	0,28	0,2

Ausserdem trifft man das Gold häufig im gediegenen Tellur und Tellursilber, zuweilen im Rothgültigerz, ferner im Schwefelkies, Kupferkies, im Grauspiessglanzerz, in der Zinkblende, dem Arsenikkies und nach Eckfeldt in allen Arten von Bleiglanz und in manchen Thonsorten. Afrika, Ungarn, der Ural, Australien und Amerika (Mexico, Brasilien, Peru, Californien, Columbien, Victoria in Neuholland etc.) liefern die grösste Menge des Goldes.

Nach Whitney betrug 1854 die Goldproduktion

Länder der alten Welt:

Russland	22,513 Kilogr.	
Mittelasien, Ostindien	9,380 ,,	
Oesterreich	2,138 ,,	
Afrika	1,500 ,,	
Uebrige Länder	0,056 ,,	
		35,587 Kilogr.

Länder der neuen Welt:

Australien	56,283 Kilogr.	
Verein. Staaten	75,045 ,,	
Aequatorstaaten	5,628 ,,	
Mexico	3,752 ,,	
Brasilien	2,251 ,,	
Chile	1,125 ,,	
Peru	712 ,,	
Bolivien	450 ,,	
		145,246 Kilogr.

Im Ganzen 180,833 Kilogr. im Werthe von 615½ Millionen Franken.

Gewinnung des Goldes aus dem Goldsande durch Waschen.

Die Gewinnung des Goldes richtet sich nach der Art des Vorkommens. Die grösste Menge des circulirenden Goldes wird aus dem Goldsande oder verwitterten goldhaltigen Felsarten durch Auswaschen des Waschgoldes gewonnen. Man nimmt das Waschen häufig in hölzernen Näpfen oder in Kürbisschalen vor, die mit dem goldhaltigen Sand angefüllt sind; man schüttelt diesen Sand so lange mit Wasser, bis die grösste Menge fortgewaschen ist. In anderen Districten geschieht das Waschen in Wiegen auf schiefgestellten Tafeln, Wasch- oder Schlämmherden. Das so erhaltene Gold ist nicht rein, sondern mit Körnern von Titaneisen, Magneteisen u. s. w. vermischt. Die Ausziehung des Goldes aus dem Goldsande durch Quecksilber wird in sogenannten Quick- oder Goldmühlen vorgenommen, in welchen der durch Wasser aufgeschwemmte Sand in vielfache Berührung mit dem Quecksilber kommt. Das erhaltene Goldquecksilber wird durch Pressen in Beuteln von Leder, Barchent oder Zwillich vom überschüssigen Quecksilber befreit und das zurückbleibende Amalgam in eisernen Retorten oder Glockenöfen geglüht.

durch Quecksilber,

durch Verschmelzen,

Am vollständigsten wird das Gold aus dem Goldsande durch Ausschmelzen gewonnen, wobei man 25—30 Mal mehr Gold als durch Verwaschen gewinnt. Man verschmilzt den Goldsand in Eisenhochöfen mit Flussmitteln auf goldhaltiges Roheisen und scheidet daraus das Gold mittelst Schwefelsäure ab.

durch Behandeln mit Alkali. Nach dem Vorschlage von Hardings gewinnt man das Gold aus goldführenden Quarzen dadurch, dass man den Quarz unter Hochdruck in Alkalilauge löst, wodurch sich als Nebenprodukt Wasserglaslösung bildet.

aus eingesprengtem Golde. Befindet sich Gold eingesprengt in Kupfer- und Bleierzen, so behandelt man diese Erze auf gewöhnliche Weise, d. h. man röstet sie und wäscht sie aus. Bei goldreichen Erzen wendet man die Amalgamation an. In anderen Fällen wendet man die Einträukungsarbeit an, welche darin besteht, dass man die goldhaltigen Schwefelmetalle röstet und schmilzt. Den erhaltenen Rohstein, in welchem sich das Gold angesammelt befindet, röstet man abermals, schmilzt ihn nach dem Rösten mit Bleiglätte zusammen, welche das in dem Rohstein enthaltene Gold in sich aufnimmt und von letzterem durch Abtreiben auf dem Treibherde geschieden wird.

Extraction des Goldes aus armen güldischen Erzen. Bei der Extraction armer güldischer Erze, z. B. der Arsenikabbrände von Reichenstein, hat man die Behandlung derselben mit Chlorwasser oder einer angesäuerten Chlorkalklösung in Anwendung gebracht. Das Gold löst sich in dem Chlorwasser zu Goldchlorid ($Au\ Cl_3$) auf, und wird aus der Lösung durch Eisenvitriol niedergeschlagen. Diese Methode, von Plattner ermittelt und von Th. Richter und Duflos geprüft, dürfte manche bisher gebräuchliche Extractionsmethoden des Goldes zu verdrängen im Stande sein. Nach Allain kann man aus Kiesen, welche zuvor geröstet und durch Behandlung mit Schwefelsäure von Eisen, Zink, Kupfer etc. befreit worden sind, mittelst Chlorwasser noch $^1/_{10000}$ Gold extrahiren.

Goldscheidung. Das nach vorstehenden Methoden erhaltene Gold enthält kleine Beimischungen von anderen Metallen und stets Silber. Um das Gold von diesen Beimischungen zu scheiden, wendet man folgende Methoden an:

1) die Goldscheidung durch Schwefelantimon ($Sb\ S_3$);
2) die Goldscheidung durch Schwefel;
3) die Goldscheidung durch Cementation;
4) die Scheidung in die Quart (Quartation);
5) die Goldscheidung durch Schwefelsäure (Affinirung).

Da die letztere Methode der Goldscheidung alle übrigen verdrängt hat, so wird es hinreichend sein, die vier ersten nur kurz zu erwähnen.

Durch Schwefelantimon. 1) Die Goldscheidung durch Schwefelantimon oder das Giessen des Goldes durch Spiessglanz geht vor sich, indem man die Goldlegirung (Gold, Silber, Kupfer u. a.) in einem Graphittiegel bis zum Schmelzen erhitzt und dann gepulvertes Schwefelantimon einträgt. Die geschmolzene Masse wird in ein mit Oel ausgestrichenes gusseisernes Gefäss gegossen. Nach dem Erkalten findet man die Masse in zwei Schichten gesondert, von denen die obere, das Plachmal (Plagma) aus Schwefelsilber, Schwefelkupfer und Schwefelantimon besteht. Durch Wiederholung dieses Processes wird das Plachmal von noch beigemengtem Golde, der untere Regulus von Antimon und anderen beigemengten Metallen befreit. Das Gold wird vom Antimon durch Erhitzen der Legirung unter der Muffel oder vor dem Gebläse, wobei das Antimon wegraucht, getrennt, und das zurückbleibende Gold mit Borax, Salpeter und Glaspulver zusammengeschmolzen.

Durch Schwefel. 2) Die Goldscheidung durch Schwefel (Scheidung durch Guss und Fluss, Pfannenschmied'scher Process) bezweckt nicht die vollständige Trennung des Goldes von seinem Legirungsmetall (Silber, Kupfer), sondern nur das Concentriren in einer geringeren Quantität Silber, als in der ursprünglichen. Die Goldscheidung durch Schwefel ist demnach eine Concentrationsarbeit, eine Vor-

bereitungsarbeit für die Scheidung auf nassem Wege, besonders für die Scheidung durch die Quart. Die Absicht bei dieser Scheidung ist demnach nur die Ersparung an Salpetersäure. Es wird die granulirte goldhaltige Legirung mit $^1/_7$ Th. befeuchteten Schwefelpulvers in einen glühenden Graphittiegel eingetragen und mit Kohlenpulver bedeckt. Der Tiegel wird 2—$2^1/_2$ Stunden in einer schwachen Glühhitze erhalten und dann bis zum Schmelzen erhitzt. Enthielt die Legirung grössere Mengen Gold, so sondert sich jetzt ein goldreiches Silber ab, während nur eine sehr kleine Menge des Goldes in dem Plachmal zurückbleibt. War die Legirung dagegen sehr arm an Gold, so findet eine derartige Absonderung entweder gar nicht oder nur unvollständig statt. Um diese zu bewirken, streut man auf die geschmolzene Masse Silberglätte (auf jede Mark Silber 1 bis $1^1/_2$ Loth), deren Sauerstoff einen Theil des Schwefels des Schwefelsilbers zu schwefliger Säure verbrennt, während die freigewordene, äquivalente Quantität Silber mit dem grössten Theil des Goldes ausfällt. Das reducirte Blei schmilzt mit den Schwefelmetallen zusammen.

Durch Cementation. 3) Bei der Goldscheidung durch Cementation wird die goldhaltige Legirung in feinen Granalien oder in Gestalt dünner Bleche mit Cementpulver (aus 4 Th. Ziegelmehl, 1 Th. Kochsalz und 1 Th. geglühtem Eisenvitriol bestehend) in einem Tiegel (der Cementirbüchse) geschichtet und derselbe einer allmälig gesteigerten, mehrstündigen Hitze ausgesetzt. Durch Einwirkung des Eisenvitriols auf Kochsalz entwickelt sich Chlor, welches das Silber in Chlorsilber umwandelt. Das Chlorsilber wird von dem Ziegelmehl aufgesogen. Nach dem Erkalten kocht man die Masse mit Wasser aus, um die Goldgranalien und Bleche zu gewinnen.

Scheidung in die Quart. 4) Die Scheidung auf nassem Wege oder die Scheidung in die Quart oder die Quartation hat davon ihren Namen, dass man früher annahm, dass, wenn man die Scheidung des Goldes vom Silber auf nassem Wege vornehmen wolle, der Silbergehalt das Dreifache des Goldgehaltes betragen müsse. Pettenkofer's Untersuchungen haben aber gezeigt, dass die doppelte Menge von Silber hinreichend sei, um durch gehörig concentrirte Salpetersäure, durch hinreichendes Kochen aus einer Legirung von Gold und Silber letzteres aufzulösen. Man schmilzt bei dieser Scheidung die Legirung mit der erforderlichen Menge Silber zusammen, granulirt das Metallgemisch und übergiesst es in einem Platinkessel mit vollkommen chlorfreier Salpetersäure von 1,320 spec. Gewichte. Silber wird gelöst, während Gold zurückbleibt. Das Gold wird in einem Tiegel mit Borax und Salpeter umgeschmolzen.

Goldscheidung durch Schwefelsäure. 5) Die Goldscheidung durch Schwefelsäure oder die Affinirung ist schon in der Kürze bei dem Kupfervitriol (s. S. 52) angegeben worden. Sie empfiehlt sich vor der Quartation mittelst Salpetersäure durch grössere Einfachheit, Wohlfeilheit und durch den Umstand, dass man mit Hülfe dieser Methode Legirungen von fast jedem Goldgehalte scheiden kann.

Um sie auszuführen, darf die Legirung nicht über 20 pCt. Gold und 10 pCt. Kupfer enthalten. Am vortheilhaftesten soll nach den Erfahrungen von Professor Pettenkofer die Scheidung bei einer Legirung vor sich gehen, die in 16 Th. nicht viel mehr als 4 und nicht viel weniger als 3 Th. Gold, das übrige Silber und Kupfer enthält. Meist wird die Legirung in Form von Granalien angewendet. Zur Auflösung dienten früher Platingefässe, jetzt wendet man allgemein gusseiserne Kessel oder Porcellangefässe an. Die zur Scheidung angewendete Schwefelsäure muss ein spec. Gewicht von 1,848 haben. Man übergiesst in dem Gefässe 1 Aequiv. der Legirung mit 2 Aequiv. an Schwefelsäure und erhitzt, bis nach 12 Stunden die Lösung des Silbers und des Kupfers vollständig vor sich gegangen ist. Die während

dieser Operation sich entwickelnden Dämpfe von Schwefelsäure und schwefliger Säure werden entweder in eine Esse abgeleitet oder besser noch, wie von Poizat bei Paris zur Fabrikation von Schwefelsäure oder auch zur Herstellung von Antichlor verwendet. Wenn alles Silber in schwefelsaures Salz umgewandelt worden ist, wird die Lösung in eine Bleipfanne abgegossen, der darin zu einem Krystallbrei erstarrte Silbervitriol wird mit eisernen Spaten ausgestochen und in bleierne, mit heissem Wasser gefüllte Fällpfannen gethan (1 Th. Silbervitriol löst sich in 88 Th. siedendem Wasser). Das Ausfällen des Silbers geschieht durch Kupferblechstreifen. Die entstehende Lösung von Kupfervitriol wird, nachdem die freie Schwefelsäure durch Kupferoxyd neutralisirt worden ist, auf Kupfervitriol verarbeitet. Das ungelöst zurückbleibende Gold wird durch Kochen mit kohlensaurem Natron und Behandlung mit Salpetersäure von beigemengtem Eisenoxyd, Schwefelkupfer, schwefelsaurem Bleioxyd befreit, getrocknet und mit etwas Salpeter umgeschmolzen. Die Anwendung dieser Scheidungsart hat es möglich gemacht, kupferhaltiges Silber mit einem Goldgehalte von $^1/_{12}$ — $^1/_{10}$ pCt. den man in allen älteren Silbermünzen findet, zu affiniren. Nach Pettenkofer's Untersuchungen enthält das auf diese Weise erhaltene Gold noch etwas Silber und Platin (97,0 Th. Gold, 2,8 Th. Silber und 0,2 Th. Platin), von welchen Metallen es durch Umschmelzen mit Salpeter und zweifach schwefelsaurem Natron befreit wird.

Chemisch reines Gold. Um chemisch reines Gold zu erhalten, löst man Gold in Königswasser auf, dampft die Lösung zur Trockne, löst das zurückbleibende Goldchlorid in Wasser und fällt das Gold daraus durch Eisenvitriollösung;

Goldchlorid Au Cl_3 Eisenvitriol 6 FeO, SO_3	geben	Gold Au Schwefelsaures Eisenoxyd 2 Fe_2O_3, 3 SO_3 Eisenchlorid Fe_2Cl_3

Nach Jackson erhält man das Gold in Gestalt eines gelben Schwammes, wenn man zu concentrirter Goldchloridlösung kohlensaures Kali und eine ziemliche Menge krystallisirter Oxalsäure setzt und die Lösung rasch bis zum Sieden erhitzt:

Goldchlorid Au_2Cl_3 Oxalsäure 3 C_2O_3, HO	geben	Gold Au Salzsäure 3 Cl H Kohlensäure 6 CO_2

Man wendet zum Fällen des Goldes zuweilen auch Antimonchlorür oder Arsenchlorür an.

Das so erhaltene Gold wird in einem Graphittiegel unter einer Boraxdecke umgeschmolzen.

Eigenschaften des Goldes. Die Farbe des Goldes ist allgemein bekannt, aber schon höchst geringe Mengen anderer Metalle können die goldgelbe Farbe dieses Metalls modificiren. Durch Poliren nimmt es hohen Glanz an. An Härte übertrifft es nur wenig das Blei, dagegen ist es das geschmeidigste aller Metalle. Neben der Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit besitzt das Gold grosse absolute Festigkeit, welche jener des Silbers fast gleich kommt. Die Elasticität ist unbedeutend, daher es auch wenig Klang besitzt. Das spec. Gewicht des Goldes geht von 19,25 im gegossenen und nicht ausgestreckten Zustande bis 19,55, selbst bis zu 19,6, wenn es durch Bearbeitung verdichtet worden ist. Gold dehnt sich beim Erwärmen von 0 bis 100° um $^1/_{682}$ aus, schmilzt bei 1120° und zieht sich nach dem Guss in den Formen stark zusammen, woraus hervorgeht, dass es im geschmolzenen Zustande beträchtlich ausgedehnt worden sein muss. Schmelzendes Gold leuchtet mit meergrüner Farbe. Die Eigenschaft des Goldes, an der Luft, im Wasser und bei der Berührung mit allen Säuren, mit Ausnahme des Königswassers, unverändert zu bleiben, erhöht den Werth des Goldes beträchtlich.

Nach Versuchen von Hatchett vermindern schon sehr kleine Mengen von Blei, Antimon und Wismuth die Dehnbarkeit des Goldes; die übrigen technisch wichtigen Metalle folgen bezüglich ihres Einflusses auf die Dehnbarkeit in nachstehender Reihe: Arsenik, Zink, Nickel, Zinn, Platin, Kupfer und Silber, so dass in der That nur zwei Metalle, Kupfer und Silber, existiren, welche mit dem Golde legirt werden können, um ihm mehr Härte zu ertheilen, ohne seine Dehnbarkeit merklich zu beeinträchtigen. Unter allen Metallen hat das Gold die grösste Verbindungsfähigkeit mit dem Quecksilber. Das zu dünnen Blättern ausgeschlagene Gold lässt das Licht, je nach dem Grade seiner Ausplattung, bald mit blauer, bald mit grüner Farbe durchfallen.

Legirungen des Goldes. Feines Gold wird seiner Weichheit wegen nicht verarbeitet; es wird nur zum Blattgold und zum Malen und Decoriren von Glas oder Porcellan angewendet. Das so verarbeitete Gold ist stets mit Kupfer oder mit Silber legirt, ein solches Gemisch ist weit härter als feines Gold. Man berechnet die Goldlegirungen nach Karat und Grän; man theilt die Mark = $^1/_2$ Pfund in 24 Karate, den Karat in 12 Grän. Unter 18karätigem Golde versteht man solches, das auf die Mark 18 Karat Gold und 6 Karat Kupfer oder Silber enthält. Die Kupferlegirung wird die rothe Karatirung, die Silberlegirung die weisse Karatirung genannt; eine Legirung mit beiden Metallen heisst gemischte Karatirung. Diese verschiedenen Legirungen werden behufs der Verarbeitung zu Goldarbeiten, nach gesetzlichen Bestimmungen dargestellt. So verarbeitet man in Frankreich 18,20 und 22 karätiges, in Deutschland 8,14 und 18karätiges Gold. Zu leichteren Waaren verarbeitet man oft auch 6karätiges (Joujou-Gold), oder noch schlechteres, wobei dem äusseren Ansehen durch Vergoldung nachgeholfen werden muss. Die österreichischen Ducaten haben einen Feingehalt von 23 Karat 9 Grän, die holländischen von 23 Karat 6—6,9 Grän, die engl. Victoria's 22 Karat, die preussischen Wilhelmsd'or $21^2/_3$ Karat, die Napoleond'or 21 Karat $7^1/_5$ Grän. Nach dem Wiener Münzvertrage vom 24. Januar 1857 werden in allen deutschen und österreichischen Staaten Vereinshandelsmünzen in Gold unter der Benennung Krone und Halbe Krone ausgeprägt und zwar 1) die Krone zu 10 Gramm Feingold, 2) die Halbe Krone zu 5 Gramm Feingold. Das Mischungsverhältniss dieser Goldmünze ist

Gold	900
Kupfer	100

Es werden demnach 45 Kronen und 90 Halbe Kronen ein Pfund (= 500 Gramm) wiegen.

Färben des Goldes. Alle Goldlegirungen zeigen nach dem Poliren eine Farbe, welche von der des reinen Goldes verschieden ist, sie erscheinen röthlichweiss oder blassgelb. Um diesen Legirungen nun die hochgoldgelbe Farbe des Goldes zu ertheilen, pflegt man sie durch Kochen in einer Flüssigkeit (Goldfarbe), aus Kochsalz, Salpeter und Salzsäure bestehend, zu färben. Die Wirkung der Goldfarbe beruht auf ihrer Eigenschaft, durch das aus ihr sich entwickelnde Chlor aus dem vergoldeten Gegenstand etwas Gold aufzulösen und es sodann als ein dünnes Häutchen reinen Goldes auf der Oberfläche wieder abzusetzen. Der Zweck des Färbens kann eben so gut durch eine schwache galvanische Vergoldung erreicht werden.

Goldprobe. Um den Feingehalt einer Goldlegirung zu ermitteln, bedienen sich die Goldarbeiter des Probirsteines und der Probirnadeln (siehe Seite 105), und behandeln den Strich mit verdünntem Königswasser, um aus dem Verschwinden oder Unverändertbleiben einen Schluss auf den Goldgehalt zu ziehen. Wie sich von selbst versteht, kann diese Methode nur annähernde Resultate geben; man hat ferner dabei

zu berücksichtigen, dass die Oberfläche der zu prüfenden Legirung durch Färben und Ansieden häufig goldreicher gemacht worden ist, dass also, bei Bijouteriearbeiten namentlich, die ersten Striche auf dem Probirsteine nicht entscheiden. — Am besten nimmt man die Goldprobe durch Kupellation vor. Zu diesem Zwecke schmilzt man das goldhaltige Korn, je nach seiner Farbe, mit dem dreifachen, doppelten oder gleichen Gewichte an Silber und mit ungefähr der zehnfachen Menge an Blei zusammen, und treibt dann ab. Nach dem Abtreiben plattet man das silberhaltige Korn aus und digerirt das Blech mit Salpetersäure, das zurückbleibende Gold wird ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

Technische Anwendung des Goldes. Man wendet das Gold bekanntlich an zu Geräthen, Schmucksachen, zu Münzen und zum Ueberziehen metallener Gegenstände mit Gold (Vergoldung); die Benutzung desselben in der Porcellan- und Glasmalerei wurde schon erwähnt.

Vergolden. Das Vergolden geschieht entweder durch Blattgold, auf kaltem Wege, auf nassem Wege, durch die Feuervergoldung oder auf galvanischem Wege.

Vergolden durch Blattgold. Mit Blattgold (geschlagenem Gold) vergoldet man Holz, Stein und dergl. Das zu diesem Zwecke angewendete Blattgold wird dargestellt, indem man feines Gold zuerst in Stangen (Zaine) ausgiesst, diese dann zu Platten ausschlägt und durch Walzen in Bleche verwandelt. Zwanzig Dukaten geben Goldblech von 50 Fuss Länge und 1 Zoll Breite, welche man in Stückchen (Quartiere) von 1 Zoll Länge schneidet. Diese Bleche werden zuerst zwischen Pergamentblättern (Pergamentform), darauf zwischen Goldschlägerhäutchen, der äusseren feinen Haut vom Blinddarme des Rindes (Hautform) geschlagen. Die fertigen Goldblättchen werden in kleine Büschel aus sehr glattem Papier eingelegt, das mit etwas Bolus oder Röthel bestrichen ist, um das Anhaften des Goldes zu verhindern. Der Abfall (Schawine, Krätze) dient zur Darstellung der Goldbronze (Muschelgold, Malergold). Die mit Blattgold zu vergoldenden Gegenstände werden zuerst mit einem Gemenge von Bleiweiss und Firniss oder Leim und Kreide überstrichen und dann mit Blattgold bedeckt. Eiserne und stählerne Gegenstände, wie Säbelklingen, Gewehrläufe, werden zuerst mit Salpetersäure behandelt, dann erhitzt, bis sie blau anlaufen und mit Blattgold überdeckt.

Auf kaltem Wege. Auf kaltem Wege vergoldet man, indem man feines Gold in Königswasser löst, in diese Goldlösung Leinwandläppchen taucht, dieselben trocknet und dann zu Zunder verbrennt. Die Asche (Goldzunder) enthält fein zertheiltes Gold und Kohle, das man vermittelst eines in Salzwasser getauchten Korkes auf die vorher gereinigte und polirte Oberfläche des zu vergoldenden Kupfers, Messings oder Silbers aufreibt.

Auf nassem Wege. Die Vergoldung auf nassem Wege geschieht, indem man die Gegenstände in eine verdünnte Goldchloridlösung oder in ein siedend heisses Gemenge von verdünnter Goldchloridlösung mit einer Lösung von kohlensaurem Natron oder Kali taucht. Eisen und Stahl, die auf diese Weise vergoldet werden sollen, werden zuerst mit einer Kupfervitriollösung verkupfert. Eisen und Stahl lassen sich auch dadurch auf nassem Wege vergolden, dass man die Gegenstände zuerst mit Salpetersäure ätzt und dann mit einer Lösung von Goldchlorid in Aether bestreicht und erhitzt. Als Bad zum Vergolden auf nassem Wege ist auch in der neueren Zeit eine Lösung von Goldchlorid in pyrophosphorsaurem Natron empfohlen worden. Die Gegenstände sollen sich fast augenblicklich vergolden.

Feuervergoldung. Die **Feuervergoldung** wird besonders bei Gegenständen von Bronze, Messing und Silber angewendet. Sie geht auf dieselbe Weise wie die entsprechende Feuerversilberung vor sich, indem man auf die zu vergoldende Fläche ein Goldamalgam aufträgt und den Gegenstand behufs des Abdampfens des Quecksilbers erhitzt, wobei das Gold als dünne Schicht auf dem Gegenstande zurückbleibt. Das hier angewendete Goldamalgam besteht aus 2 Th. Gold und 1 Th. Quecksilber. Man ertheilt der Vergoldung entweder durch Poliren ein **glänzendes Ansehen** oder man **mattirt** sie. Letzteres geschieht, indem man den zu mattirenden Gegenstand mit einem geschmolzenen Gemenge von Salpeter, Alaun und Kochsalz erhitzt und ihn sodann in kaltes Wasser taucht. Auch stellenweise lässt sich das Mattiren ausführen, indem man die später zu polirenden Stellen mit einem Gemenge von Kreide, Zucker und Gummi bedeckt (**aufspart**) und das Mattiren auf die nicht bedeckten Theile ausführt. Das Mattiren gründet sich darauf, dass aus dem schmelzenden Salzgemenge sich Chlorgas entwickelt, welches das Gold ätzt und dadurch matt macht.

Soll die Vergoldung die röthliche Färbung der Kupferkaratirung besitzen, so taucht man die Bronze nach dem Verrauchen des Quecksilbers in geschmolzenes **Glühwachs** oder Vergolderwachs (ein Gemenge von Wachs, Bolus, Grünspan und Alaun) und lässt das Wachs über Kohlenfeuer abbrennen. Hierbei wird das Kupferoxyd des Grünspans zu Kupfer reducirt, das sich mit dem Golde zu rother Karatirung verbindet.

Stahl und Eisen werden vorher verkupfert. Von der Vergoldung auf **galvanischem Wege** wird in dem folgenden Abschnitte die Rede sein.

Goldpurpur. **Der Goldpurpur** oder Purpur des Cassius ist ein zuerst von **Cassius** in Leyden 1683 dargestelltes Goldpräparat, das bekanntlich angewendet wird, um Glasflüssen eine Purpurfarbe zu ertheilen. Man stellt ihn dar, indem man eine Lösung von Goldchlorid mit Zinnsesquichlorid versetzt. Nach **Bolley** verfährt man am zweckmässigsten, wenn man 10,7 Th. Zinnchlorid-Chlorammonium mit Zinn digerirt, bis dasselbe aufgelöst ist, mit 18 Th. Wasser verdünnt, die Goldlösung mit 36 Th. Wasser verdünnt und beide Flüssigkeiten vermischt. — Er erscheint als braunes, purpurrothes oder schwarzes Pulver, über dessen chemische Constitution noch nicht entschieden ist, ob es goldsaures Zinnoxyd oder zinnsaures Goldoxyd ist. Dass das Gold darin nicht im feinzertheilten metallischen Zustande, sondern oxydirt enthalten ist, geht aus den damit angestellten Versuchen deutlich hervor. Nach **Th. Scheerer** erscheint keine Combination für den Goldpurpur wahrscheinlicher als $AuO, Sn_2 O_3$. Ein gut zubereiteter Goldpurpur muss 39,68 pCt. Gold enthalten.

Knallgold. Das **Knallgold** ist eine explosive Verbindung, welche aus Goldoxyd und Ammoniak besteht, sie hat bis jetzt keine technische Anwendung gefunden.

Das Aluminium.

(Al = 13,75.)

Gewinnung. Das **Aluminium**, (Alumium, Thonerdemetall) wurde im Jahre 1827 von **Wöhler** in Göttingen entdeckt und durch Reduction von Chloraluminium mittelst Kalium dargestellt. **Deville** beschäftigte sich seit 1853 mit der Darstellung des Aluminiums und fand, dass es sich weit weniger leicht oxydire, als man bis dahin geglaubt hatte, dass es auch beim Schmelzen und Giessen sich nicht oxydire,

in siedendem Wasser blank bleibe und durch verdünnte Säuren nicht angegriffen werde. Deville's Mittheilung veranlasste durch die in seiner Abhandlung ausgesprochene Hoffnung, das in der Natur so überaus verbreitete Aluminium werde grosse technische Wichtigkeit erlangen, dass auf kaiserliche Rechnung dieses Metall in der Fabrik der Herren von Sussex in Javelle bei Paris fabrikmässig dargestellt wurde. Gegenwärtig existiren in Frankreich zwei Aluminiumfabriken (zu Nanterre bei Paris und zu Amfreville bei Rouen) und eine in London.

Das Aluminium wird durch Zersetzen von Chloraluminium mittelst Natrium dargestellt. Das Natrium wird durch Glühen eines Gemenges von 100 Th. calcinirter Soda, 15 Th. Kreide und 45 Th. Steinkohle erhalten; hierzu soll nicht einmal die zur Zinkgewinnung nöthige Temperatur erforderlich sein. Das Chloraluminium wird erhalten, indem ein geglühtes Gemenge von reiner Thonerde, durch Glühen von Ammoniakalaun dargestellt, mit Steinkohlentheer in einer eisernen Gasretorte bei gelindem Glühen mit Chlorgas behandelt wird, wobei die Kohle mit dem Sauerstoff der Thonerde zu Kohlenoxyd, das Aluminium mit dem Chlor zusammentritt, sich als Chloraluminium verflüchtigt und in einer gemauerten, im Innern mit Fayence ausgekleideten Kammer verdichtet wird. Hier ist eine Verunreinigung des Chloraluminiums mit Eisenchlorid nicht zu vermeiden, weshalb denn auch das Pariser Aluminium immer eisenhaltig ist. Aus dem Chloraluminium wird das Aluminium dadurch ausgeschieden, dass man es in Dampfform mit Natrium zusammenbringt, wobei freies Aluminium und eine aus Chloraluminiumnatrium ($Al_2\,Cl_3$, $3\,Na\,Cl$) bestehende wenig flüchtige Salzmasse sich bildet, welche das metallische Aluminium umschliesst. In einer Wasserstoffatmosphäre wird in der Rothglühhitze das Salz abdestillirt, während das Aluminium zu Kügelchen zusammenschmilzt.

H. Rose in Berlin wandte zu seinen Versuchen nicht das künstlich dargestellte Chloraluminium, sondern den als Mineral in Grönland in grosser Menge vorkommenden Kryolith, eine Verbindung von Fluoraluminium mit Fluornatrium ($Al_2\,Fl_3$, $3\,Na\,Fl$) an, welche unter dem Namen Mineralsoda zur Bereitung der Seifensiederlauge, der schwefelsauren Thonerde, des Natronaluminates (besonders in Kopenhagen, Harburg und Berlin) Verwendung findet. (Siehe Alaun.)

Eigenschaften des Aluminiums. Eine reine blanke Fläche des Metalles erscheint grauweiss von einem Farbenton, welcher zwischen der Farbe des Zinnes und jener des Zinkes liegt; es hat ein spec. Gewicht von 2,5, ist härter als Zinn, aber weicher als Zink und Kupfer, etwa eben so hart als Feinsilber; es hat einen starken Klang; es ist nicht sehr biegsam und bricht mit unebener, zackig feinkörniger Fläche; es ist leicht zu feilen, verstopft aber den Feilhieb wie Zinn oder Blei. Unter dem Hammer zeigt es sich geschmeidig, doch erhält es bei etwas starkem Austreiben viele Kantenrisse. Es lässt sich zu Blech auswalzen; das Blech ist leicht zerbrechlich, zeigt grosse Steifheit, jedoch keine auffallende Elasticität. Aluminiumblech von Papierdünne kann wiederholt hin- und hergebogen werden, ehe es zerbricht. Es lässt sich auch gleich dem Gold und Silber zu den dünnsten Blättern (Geschlagen Aluminium) ausschlagen, welche anstatt des Blattsilbers Anwendung finden. Es lässt sich nur schwer zu Draht ziehen.

Es hält sich an der Luft sehr gut und erträgt selbst Glühhitze, ohne sich beträchtlich zu oxydiren, doch bildet sich auf der Oberfläche ein dünnes Häutchen von Thonerde, das beim Schmelzen und Giessen die Vereinigung der Metalltheilchen erschwert. Man wendet daher ein Flussmittel an, wozu sich Chlorkalium besonders eignet. Der Schmelzpunkt des Aluminiums liegt bei etwa 700°. In Salzsäure und Kalilauge löst es sich unter stürmischer Wasserstoffentwickelung. Salpetersäure,

verdünnte wie concentrirte, sind, kalt und warm angewendet, ohne alle Einwirkung. Durch Quecksilber wird es nicht amalgamirt, mit Zinn bildet es eine ziemlich harte, aber doch streckbare Legirung, mit Kupfer bildet es die Aluminiumbronze, die jedoch den von ihr gehegten Erwartungen nicht entsprochen hat. Ebenso wie das Eisen und Zink legirt es sich mit Blei nicht.

Anwendung des Aluminiums. Nach den bis jetzt (1863) vorliegenden Erfahrungen kann man dem Aluminium eine grosse technische Bedeutung nicht einräumen. Doch sind einige seiner Anwendungen immer von Interesse. So hat man z. B. sogleich bei dem Bekanntwerden dieses Metalles die Frage aufgeworfen, ob das Aluminium nicht zum Münzprägen angewendet werden könnte. Durch Leichtigkeit und Reinlichkeit würde solche Münze sehr angenehm sein, und das Falschmünzen wäre ausgeschlossen, weil kein anderes hier anwendbares Metall ein so geringes spec. Gewicht hat. Mit der Zeit wird man ohne Zweifel dahin gelangen; aber für jetzt sind noch zu viele Modificationen in den Verhältnissen der Fabrikation zu erwarten und noch zu viele Ungleichheiten zwischen den verschiedenen Ländern in Beziehung auf die Gewinnung des Metalls vorhanden. Man könnte hinzufügen, dass ein Metall, welches sich in Seifensiederlauge begierig auflöst, nicht den für Geld (abgesehen von Scheidemünze) unerlässlichen Charakter eines edeln Metalls an sich trägt; dass das Münzmetall auch für andere Gebrauchszwecke vorzügliche Tauglichkeit haben muss, wenn es sich in Werthschätzung erhalten soll; besonders aber, dass Silber und Gold durch keinerlei äussere Einflüsse, selbst nicht durch Auflösung in Säuren etc. eigentlich verloren gehen, sondern durch leichte Verfahrungsarten mit wenig Kosten wiederhergestellt werden können, wogegen das Aluminium, in Thonerde verwandelt, völlig werthlos ist und zu seiner Wiederherstellung ganz ebenso grossen Kostenaufwand wie zu der ersten Gewinnung erfordert. Zudem vergesse man nicht, dass Gold und Silber ihren hohen Werth zum wesentlichen Theile ihrem seltenen Vorkommen verdanken; Aluminium aber könnte in jeder chemischen Fabrik ohne Schwierigkeit bereitet werden. Es wäre daher die Geldprägung aus Aluminium ein den Grundbedingungen des Geldwesens widersprechendes Unternehmen; und wenn schon das russische Platingeld sich nicht halten konnte, so hätte das Aluminiumgeld noch hundertfach weniger Aussicht.

Aber zur Verfertigung von Denkmünzen, Preismedaillen bei Ausstellungen, Rechenpfennigen, Spielmarken und Gewichten hat das Aluminium schon ziemlich mannichfaltige Anwendungen gefunden, zu welchen es durch seine Geschmeidigkeit und seine Unveränderlichkeit an der Luft ausgezeichnet geeignet ist, zumal es durch das Leuchtgas und die Ausdünstung der Abtritte nicht leidet, welche das Silber, das Kupfer und deren Legirungen so schnell schwärzen. Gegen diese Anwendungen ist gerade kein Einwurf zu erheben; die Vorliebe dafür wird sich aber grösstentheils auf Curiositätenliebhaber beschränken. Medaillen aus Britanniametall geprägt und galvanisch versilbert, sehen übrigens weit schöner aus als die wenigstens zwanzigmal so theuern Aluminiummedaillen, und genügen gewiss Jedem, der silberartiges Aussehen ohne die grossen Kosten des Silbers wünscht.

Die Schmuckwaarenfabrikation hat sich schnell des Aluminiums bemächtigt, dessen Leichtigkeit für Armbänder und Kopfschmuck höchst schätzbar ist, und welches vermöge seiner Gussfähigkeit, seiner Geschmeidigkeit beim Prägen, seiner Tauglichkeit zu ciselirter Arbeit, seines unveränderlichen Glanzes, seines schönen Matt, selbst seiner Farbe, welche jene des Goldes hebt, einen vortrefflichen Ersatz für das Silber in allen den Fällen gewährt, wo nicht Gold ausschliesslich der Stoff des Schmuckes ist. — Es scheint, dass das Aluminium in der Schmuckfabrikation etwa eine Rolle

spielen könnte, wie jetzt die des Platins ist, nämlich zur Herstellung weisser Verzierungen auf Goldwaaren; selbständige Schmuckgegenstände aus Aluminium dürften ebenso wenig Liebhaber finden als solche aus Platin, weil ihre Farbe nicht schön genug ist. Aus dem nämlichen Grunde ist eine erfolgreiche Concurrenz mit dem Silber nicht zu erwarten, und wollte man etwa das Aluminium versilbern, so fiele jeder Grund weg, es dem viel wohlfeileren Neusilber und Britanniametall vorzuziehen.

Ein Pariser Fabrikant, Perret, hat den Vortheil erkannt, welchen er aus dem neuen Metall ziehen konnte: er wendet es in vielerlei Gestalten an, zu eingelegter Arbeit, zum Ausfüttern der Fächer in Chatoullen u. dgl., zu Deckeln auf Gläsern, zu kleinen Gefässen und Geräthen jeder Art; er will es selbst statt Krystallglas gebrauchen, um den Reisenecessaires die grösste Leichtigkeit zu verleihen. Ein Schritt weiter, und man kommt zur Anfertigung massiv aus Aluminium gegossener ciselirter, guillochirter, damascirter Tabakdosen, Büchsen, Etuis u. dgl. Petschafte, Federhalter, Schreibzeuggarnituren, Briefbeschwerer, Cigarrengestelle, Hemdknöpfe, Jagdgeräthe, Stock- und Reitpeitschenknöpfe, Fingerhüte, Pferdegeschirrbeschläge, Statuetten, Leuchter, Armleuchter, Verzierungen auf Tischuhren, Becher, Vasen und tausend andere Artikel bieten sich von selbst dar. Die Vergoldung wird diese Benutzungen des Aluminiums noch bedeutend erweitern. Man macht bereits aus Aluminium Hausschlüssel, Dessertmesserklingen, Messer- und Gabelhefte, Löffel, Gabeln, Serviettenringe, Brillengestelle, Fassungen für Operngläser, Sextanten, Nivellirinstrumente u. s. w. — Kein Zweifel, dass man alle die genannten Waaren, und viele mehr, aus Aluminium machen kann, aber wir sind überzeugt, dass bei dem hohen Preise die Liebhaber sich meist verlieren werden, sobald der Reiz der Neuheit verschwunden ist. Für eine dauernde und allgemeine Anwendung ist das Aluminium bei seinem immer noch hohen Preise nicht schön und edel genug.

Die Uhrmacherkunst, die Fabrikation chirurgischer und musikalischer Instrumente, die Verfertigung künstlicher Gebisse könnten aus der Benutzung des Aluminiums manchen Vortheil ziehen. — Der heutige Stand der Aluminiumfrage, wie er auf der Londoner Industrieausstellung des Jahres 1862 zu Tage getreten ist, ist der, dass dem Aluminium eine wirkliche bedeutende Rolle nur dann bevorsteht, wenn man unverhofft einst dahin kommt, es durch äusserst wohlfeile Darstellung in den Kreis der gemeinsten Metalle einzuführen.

Die Galvanotechnik.

Anwendung des Galvanismus. Es ist gewiss eine der merkwürdigsten Eigenschaften des elektrischen Stromes, dass gewisse zusammengesetzte Körper durch denselben in ihre Bestandtheile zerlegt werden, wobei sich die Bestandtheile an den Stellen abscheiden, an welchen der Strom in den zu zersetzenden Körper eintritt; der eine Bestandtheil befindet sich an der Eintrittsstelle des elektrischen Stromes in die Flüssigkeit, der andere Bestandtheil an der Austrittsstelle. Die Wissenschaft und das Gewerbewesen haben aus dieser Eigenschaft den grössten Nutzen gezogen und noch sind von derselben die grössten Entdeckungen zu erwarten. Die Zerlegung eines zusammengesetzten Körpers durch strömende Elektricität wird die Elektrolyse genannt; derjenige Körper, der fähig ist, durch Elektricität zerlegt zu werden, heisst ein Elektrolyt; die Stellen des Ein- und Austrittes die Elektroden und zwar die Eintrittsstelle oder der positive Pol die Anode, und die Austrittsstelle oder der nega-

tive Pol die Kathode. Die Bestandtheile des durch Elektricität zerlegten Körpers nennt man die Jonen, und zwar den an der Anode (dem + Pole) ausgeschiedenen Bestandtheil das Anion, und den an der Kathode auftretenden Körper das Kation. Derjenige elektrische Strom, der die Elektrolyse von einem Aequivalent Wasser zu bewirken vermag, ist im Stande, in jedem anderen binär zusammengesetzten Körper, der von dem elektrischen Strom durchströmt wird, ebenfalls ein Aequivalent zu zersetzen. Daraus geht hervor, dass die durch den elektrischen Strom zerlegten Gewichtsmengen

Elektrolytisches Gesetz.

sich wie die chemischen Aequivalente verhalten. Dieses Gesetz wurde von Faraday aufgestellt, es ist unter dem Namen des elektrolytischen bekannt. Aus der Physik ist es bekannt, dass die an der Anode (dem + Pole) sich ansammelnden Körper elektronegative sind, weil ungleichnamige Elektricitäten sich anziehen und gleichnamige sich abstossen. Die an der Kathode (dem — Pole) sich ansammelnden sind demnach die elektropositiven.

Weil Wasser das gewöhnliche Auflösungsmittel der Körper ist, so treten häufig seine Bestandtheile bei der Elektrolyse mit ins Spiel und veranlassen secundäre Erscheinungen. So giebt z. B. Kupfervitriol, bestehend aus Kupferoxyd und Schwefelsäure, an der Anode Sauerstoffgas und an der Kathode metallisches Kupfer, dessen Ausscheidung auf zweierlei Weise erklärt wird. Nach der einen Ansicht, nach welcher der Kupfervitriol als aus $SO_4 + Cu$ bestehend angesehen wird, zerfällt diese Verbindung ohne Weiteres in Kupfer und in SO_4, welcher Körper mit dem Zink zu Zinkvitriol $SO_4 + Zn$ zusammentritt. Nach einer anderen Ansicht findet ausser der Zersetzung des schwefelsauren Kupferoxydes ($CuO + SO_3$) auch die des Wassers ($HO = H + O$) statt. Der Sauerstoff des Wassers wird frei und scheidet sich an der Anode (am + Pole) ab, dasselbe geschieht mit der Schwefelsäure; der Wasserstoff des Wassers aber entzieht dem Kupferoxyd den Sauerstoff und bildet mit demselben Wasser, während das Kupfer nun metallisch ausgeschieden werden muss ($CuO + H = HO + Cu$). Wird das Kupfer aus der Kupfervitriollösung durch einen nicht zu stark wirkenden Strom ausgeschieden, so lagert es sich an der Kathode (am — Pole) in cohärenter Gestalt ab. Der an der Anode frei gewordene Sauerstoff verbindet sich mit dem daselbst befindlichen, als Leiter dienenden Zink zu Zinkoxyd, das mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zinkoxyd zusammentritt. Für jedes Aequivalent Kupfer = 31,7, das gefällt wird, löst sich ein Aequivalent Zink = 32,6 auf. Wendet man anstatt des Kupfervitriols passende Lösungen von Gold, Silber u. s. w. an, so kann man auch auf galvanischem Wege vergolden, versilbern u. dgl.

Wir beschreiben nun in der Kürze das Verfahren:

1) bei der Galvanoplastik,
2) bei der Vergoldung, Versilberung u. s. w. auf galvanischem Wege,
3) das galvanische Aetzen,
4) die Metallochromie.

Galvanoplastik.

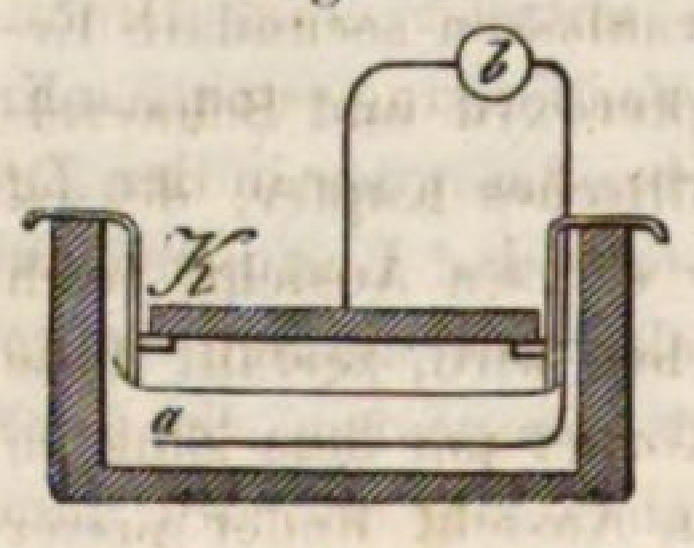
1) Galvanoplastik. Wie angegeben wurde, lagert sich das durch Wasserstoff reducirte Kupfer an der Kathode in zusammenhängender Form ab. Durch fortgesetzte Operationen kann man das Kupfer zu einer solchen Dicke anwachsen lassen, dass dasselbe von den Rändern der Form, auf welcher die Abscheidung geschah, losgetrennt werden kann und einen Abdruck der Form darstellt. Auf diesem Umstande beruht die Galvanoplastik, die 1839 von Jacobi in Petersburg und fast gleichzeitig von Spencer in Liverpool erfunden wurde. Diese Kunst wurde verbessert von Becquerel, Elsner, Smee, Ruolz, Elkington, Braun u. v. A.

Die Metalllösung, welche zur Darstellung galvanoplastischer Abdrücke angewendet wird, ist stets eine gesättigte Lösung von Kupfervitriol. Die Form (das Modell oder die Matrize), auf welcher die Ablagerung vor sich gehen soll, darf aus keinem Metall bestehen, das von der Kupfervitriollösung angegriffen wird, namentlich nicht aus Zinn, Zink oder Eisen. Zuweilen wendet man Kupfer an, das mit einer dünnen Schicht Silber (auf nassem Wege) überzogen worden ist. Häufiger benutzt man Formen aus Gyps und Gutta percha. Damit der Strom gleichmässig gehe, ist es wesentlich, das Zink, das sich an dem elektropositiven Pol befindet, zu amalgamiren. Das Amalgamiren geschieht, indem man das Zink in Salzsäure eintaucht, dann einige Tropfen Quecksilber darauf fallen lässt, und dieselben durch Reiben oder Bürsten auf der Oberfläche verbreitet.

Anfertigung von Kupferplatten.

Um Kupferplatten auf galvanischem Wege zu erzeugen, dient der nebenstehend abgebildete Apparat (Fig. 54). In einem hölzernen Trog, der mit Harz ausgegossen ist, bringt man am Boden die gravirte Platte *a* an, auf der sich das Kupfer ablagern soll. Ueber derselben ist ein Holzrahmen angebracht, der an seiner unteren Seite mit einer Blase, mit Pergament oder mit einer porösen Thonplatte, einem sogenannten Diaphragma, verschlossen ist. Unmittelbar über diesem Rahmen befindet sich die Zinkplatte *K*, die vermittelst eines Bleistreifens mit der Kupferplatte verbunden ist. In den Trog giesst man eine in der Kälte gesättigte Kupfervitriollösung, die man durch Hineinlegen einiger Stückchen Kupfervitriol gesättigt erhält. In den inneren Theil des Rahmens bringt man eine concentrirte Lösung von Zinkvitriol.

Fig. 54.



Anfertigung von Medaillen.

Um Medaillen und ähnliche kleine Gegenstände galvanoplatisch nachzubilden, benutzt man einige Elemente einer schwachen galvanischen Batterie. An der Kathode befestigt man die Platte, auf welcher der Niederschlag erfolgen soll, in vertikaler Stellung und ihr gegenüber die Platte, welche das Material zu der neuen Platte liefern soll, ebenfalls in verticaler Stellung. In dem Verhältnisse als sich Metall an der Kathode niederschlägt, löst sich Metall an der Anode, so dass die Flüssigkeit immer gleichmässig concentrirt ist. Nicht leitende Substanzen, die man galvanoplastisch nachbilden will, wie Gypsabgüsse, Wachs-, Paraffin-, oder Stearinsäureabdrücke macht man auf der Oberfläche durch Graphit, Silber- und Goldbronze oder Eisenoxyd-Oxydul leitend; so kann man auf diese Art Kupfer auf Gyps oder Stearinsäure niederschlagen. Gyps muss vor dem Auftragen von Graphit mit Paraffin oder Stearinsäure eingelassen werden, damit er keine Flüssigkeit einsaugen kann. Die Gutta percha eignet sich ihrer Eigenschaft wegen, in heissem Wasser zu einer plastischen teigartigen Masse zu erweichen, sich in diesem Zustande in alle Formen pressen zu lassen und nach dem Erkalten genau die Form zu behalten, in welche sie gepresst wurde, besonders gut zur Herstellung von Formen, die man gleichfalls durch Graphit etc. leitend macht. — Um einen zähen, geschmeidigen Kupferabsatz zu erhalten, hat v. Kobell vorgeschlagen, die Kupfervitriollösung mit einem Zusatz von Zinkvitriol und Glaubersalz zu versehen. — Aus neueren Versuchen über Galvanoplastik scheint hervorzugehen, dass das Kupfer nur dann im cohärenten regulinischen Zustande gefällt wird, wenn die Kupfervitriollösung in ziemlich concentrirter Form angewendet wird, und der elektrische Strom gerade hinreicht, die Metalllösung, aber nicht auch Wasser zu ersetzen. Entwickelt sich neben dem abgeschiedenen Metalle auch noch Wasserstoff an der Kathode, so wird das Metall nicht in cohärenter Form, sondern in Gestalt eines dunkeln Pulvers abgeschieden.

Vergoldung, Versilberung u. s. w. auf galvanischem Wege.

2) Vergoldung, Versilberung u. s. w. auf galvanischem Wege. Um Gegenstände von Kupfer, Bronze, Messing u. s. w. auf galvanischem Wege zu vergolden, muss die Oberfläche derselben vollkommen gereinigt sein. Das Reinigen geschieht durch Eintauchen des Gegenstandes in siedende Kalilösung, wodurch das Fett und der Schmutz aus den Vertiefungen entfernt werden. Man bedient sich zur Vergoldung, wie auch zur Versilberung allgemein der galvanischen Batterie mit einer Zersetzungszelle und zwar ist jetzt die von Smee construirte Batterie, die aus platinirtem Silberblech, das mit amalgamirtem Zinkblech umgeben ist, die bei weitem gebräuchlichere. Die Elemente dieser Batterie hängen in bleiernen, inwendig verpichten Gefässen. Als Zersetzungsflüssigkeit benutzt man die Verbindung des Cyankaliums mit Gold oder Silber. Eine Auflösung von Cyankalium in Wasser hat die Eigenschaft, fein zertheiltes metallisches Gold, Goldoxyd, Gold- oder Silberchlorid zu lösen und Doppelcyanüre zu bilden, deren Lösung sich am besten als Zersetzungsflüssigkeit eignet. Die zu vergoldenden oder versilbernden Gegenstände werden in die Zersetzungszelle mittelst eines Drahtes eingehängt, der mit dem positiven Pole der Batterie in Verbindung steht. Ein zweiter Draht ist mit dem negativen Pole der Batterie verbunden, der in der Zersetzungszelle in ein angenietetes Platinblech endet. Anstatt der Leitungsdrähte wendet man sehr zweckmässig Drahtseile an. Der Process der galvanischen Vergoldung oder Versilberung dauert nur einige Minuten, deshalb hängt man die Anode nicht ein, sondern bewegt dieselbe in der Auflösung mit der Hand hin und her, damit die Vergoldung gleichmässig ausfalle. Anstatt der Anode aus Platin, wendet man zweckmässig Bleche aus Gold oder Silber an, die von dem sich ausscheidenden Cyan nach und nach aufgelöst werden; dadurch wird bezweckt, dass der Gehalt der Lösung an Gold und Silber stets gleich bleibt. Um eine geeignete Goldlösung zu bereiten, wendet man 100 Gramme Cyankalium auf ein Liter destillirtes Wasser an. Für diese Lösung löst man 7 Grammen Feingold in Königswasser, dampft die Lösung im Wasserbade vorsichtig zur Trockne, löst den Rückstand in etwas destillirtem Wasser und setzt die Flüssigkeit zu der Lösung des Cyankaliums. — Da die Lösung des Goldchlorids, das sich durch Auflösen von Gold in Königswasser bildet, trotz des Abdampfens noch freie Säure enthalten kann, die aus der Cyankaliumlösung Blausäure entwickelt, so hat Bagration vorgeschlagen, das Gold aus dieser Lösung mittelst Eisenvitriol zu fällen, das fein zertheilte Gold auf einem Filter zu sammeln, mit destillirtem Wasser auszuwaschen und dann in die erwärmte Cyankaliumlösung zu bringen, in der sich das Gold löst. Nach Braun löst man Gold in Königswasser, dampft die vom ausgeschiedenen Chlorsilber abfiltrirte Lösung, zu welcher man Kochsalzlösung gesetzt hatte (auf 3 Th. Gold 10 Th. Kochsalz), zur Trockne ein, löst den Rückstand in Wasser und fällt die Lösung mit überschüssigem Ammoniak. Der Niederschlag (Knallgold) wird ausgewaschen und in einer hinreichenden Menge von Cyankalium gelöst. Nach dem Herzog von Leuchtenberg ist es zweckmässig der Goldlösung etwas Aetzkali zuzusetzen. Elsner benutzt anstatt des Cyankaliums das Blutlaugensalz, das schon vorher von Elkington und Ruolz vorgeschlagen worden war. Man löst zu diesem Zwecke 28 Gr. gewalztes Gold in Königswasser, verdampft die Lösung im Wasserbade zur Trockne, löst den Rückstand in Wasser und setzt zu der Lösung 210 Gr. mit etwas Wasser angerührter Magnesia. Die entstandene goldsaure Magnesia wird auf einem Filter mit Wasser ausgewaschen und dann mit Salpetersäure behandelt, welche die Magnesia auflöst, das Goldoxyd zurücklässt. Nach hinreichendem Auswaschen wird das Goldoxyd in einer Auflösung von 500 Gr. Blutlaugensalz in 4 Litern Wasser gelöst. Die Lösung

Goldlösung.

Silberlösung.

zum Versilbern auf galvanischem Wege stellt man dar, indem man gut ausgewaschenes, frisch gefälltes Chlorsilber in Cyankaliumlösung (100 Gr. Cyankalium auf 1 Liter Wasser) einträgt, so viel sich darin aufzulösen vermag, und zu dieser Lösung eine gleiche Menge von der Cyankaliumlösung setzt. — Eben so empfiehlt man eine Lösung von 1 Th. Cyansilber in 100 Th. Wasser. Zur galvanischen

Kupferlösung. Verkupferung ist eine Auflösung von Kupferoxyd in Cyankalium die tauglichste Zersetzungsflüssigkeit. Um sie darzustellen, erhitzt man eine Kupfervitriollösung mit etwas Kali und Krümelzucker, bis sich ein Absatz von rothem Kupferoxydul gebildet hat, den man auf einem Filter mit destillirtem Wasser auswäscht

Zink- und Zinnlösung. und in einer Cyankaliumlösung löst. Zum Verzinken des Eisens kann man eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd anwenden. Das mit einer Zinkhaut überzogene Eisen führt den Namen galvanisirtes Eisen; dasjenige, welches im Handel diesen Namen führt, ist jedoch nicht auf galvanischem Wege mit Zink überzogen, sondern auf gewöhnlichem Wege verzinktes Eisen. Zum Verzinnen wendet man eine Zinnauflösung an, welche man dadurch gebildet hat, dass man als Zersetzungsflüssigkeit Aetznatronlauge, als Kathode ein Eisenblech, als Anode eine Zinnstange benutzt.

Das Aetzen auf galvanischem Wege. 3) Das Aetzen auf galvanischem Wege gründet sich auf die Thatsache, dass unter gewissen Bedingungen die an den Elektroden ausgeschiedenen Stoffe sich mit denselben chemisch verbinden. Erfolgt eine Verbindung, so wird die Elektrode nach und nach zerstört. Regulirt man dieses Zerstören dergestalt, dass die Elektrodenplatte durch Ueberziehen mit Aetzgrund (aus 4 Th. Wachs, 4 Th. Asphalt und 1 Th. schwarzem Pech dargestellt) bis auf gewisse freigelassene Stellen unzerstörbar ist, so hat man alle Bedingungen zum Aetzen. In die mit Aetzgrund bedeckte Kupferplatte wird die beabsichtigte Zeichnung bis auf das blanke Metall einradirt, und darauf als positive Elektrode einer constanten Kette in Kupfervitriollösung, einer anderen als negative Elektrode dienenden blanken Kupferplatte gegenüber gestellt. Während sich die letztere mit Kupfer überzieht, wird an den radirten Stellen durch den Sauerstoff des zersetzten Wassers Kupferoxyd gebildet, und dieses von der in Kupfervitriol frei gewordenen Schwefelsäure immer wieder aufgenommen und entfernt.

Metallochromie. 4) Metallochromie oder galvanische Metallfärbung. Auch zusammengesetzte Körper, wie z. B. Metalloxyde, können durch den galvanischen Strom in cohärenter Form auf Metallflächen niedergeschlagen werden. Bleioxyd (Bleiglätte) hat vorzüglich die Eigenschaft, aus seiner Lösung in Aetzkali oder Aetznatron als Superoxyd abgeschieden zu werden. Becquerel hat darauf ein Verfahren begründet, Metalle mit diesem Superoxyd zu überziehen, das unter dem Namen Metallochromie oder galvanische Metallfärbung bereits Anwendung gefunden hat, da dasselbe die Hervorbringung verschiedener Farben gestattet. Diese Farben gehören in die bekannte Kategorie der Farben dünner Schichten. Bringt man in eine vollkommen gesättigte Auflösung von Bleioxyd in Aetzkali eine Platte, die mit der Anode einer galvanischen Batterie in Verbindung steht, während ihr gegenüber eine Platinplatte als Kathode dient, so wird auf der Platte Bleisuperoxyd abgelagert, und die Farbe ändert sich mit der Dicke der Schicht; ist die gewünschte Wirkung erreicht, so muss der Körper sogleich aus der Flüssigkeit genommen und abgewaschen werden. Hält man die Spitze ruhig über eine Stelle, so entstehen um dieselbe herum die bekannten Nobilischen Farbenringe. Um diese zu vermeiden, muss man die Elektrode in fortwährender Bewegung und in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche des Körpers halten. Die Metallochromie findet Anwendung zur Verzierung

von Gegenständen aus Kupfer, Tombak und Messing, welche vorher eine dünne galvanische Vergoldung empfangen haben. Die Hauptfarbe ist grün oder purpurroth, welche in Nebenfarben (hellroth, blau, violett, gelb) übergeht. Anstatt der Lösung des Bleioxydes in Aetzkali kann man auch eine mit Kalilauge versetzte Lösung von Kupfervitriol und Kandiszucker in Wasser anwenden.

Elektrotypie. Elektrotypie. Um Lettern auf galvanoplastischem Wege zu vervielfältigen, wird der Lettersatz mit Spatien in solcher Ausdehnung umgeben, als die Grösse der von jeder Letter darzustellenden Matrize es erfordert. Der Satz wird dann mit Schnüren festgebunden, an den Rändern mit Wachs umgeben, davon ein galvanoplastischer Abdruck erzeugt und die einzelnen Matrizen mit einer Scheere ausgeschnitten. Auf der Rückseite werden dieselben verzinnt und mit Letternmetall zur gehörigen Dicke ausgegossen. Zur Erzeugung von Stereotypplatten und zur Copirung von Holzschnitten möchte sich die Gutta Percha als Material zur Matrize besonders eignen.

Glyphographie. Die Glyphographie ist eine Anwendung der Galvanoplastik, um Holzschnitte nachzuahmen. Sie ist eine Erfindung Palmer's in London und ist durch V. Ahner in Leipzig verbessert worden. Sie bezweckt die von dem Künstler ausgeführte Zeichnung direkt in eine Typenplatte zu verwandeln; die Zeichnung kann dabei in ihrer natürlichen Richtung, nicht verkehrt wie beim Holzschnitt, gemacht werden, worin besonders bei solchen Sachen, in welchen viel Schrift vorkommt, eine grosse Erleichterung ist. Das Verfahren, so weit es bekannt ist, besteht in Folgendem:

Eine vollkommen eben geschliffene Kupferplatte wird mit Schwefelleberlösung angestrichen und dadurch ihre Oberfläche geschwärzt; die mit Wasser abgespülte und gereinigte Platte wird mit einem weissen Radirgrund versehen, der aus einer Mischung von Burgunderpech, weissem Wachs, Colophonium, Wallrath und schwefelsaurem Bleioxyd besteht. In diesen weissen Grund zeichnet der Künstler mit den dazu bestimmten Nadeln, so dass der schwarze Grund blossgelegt wird, und die Zeichnung schwarz auf weiss erscheint. Die fertige Radirung wird dem Galvanoplastiker übergeben, welcher nunmehr die mechanischen Beihülfen zur Erzeugung eines galvanoplastischen Abdruckes besorgt. Es werden vor Allem die breiten weissen Flächen mittelst einer dicken, breiartigen Firnissmasse erhöht, damit sie nicht überwachsen. Dann wird die Platte copirt und der galvanoplastische Abdruck auf einem Holzklotze befestigt, so dass er mit dem Letternsatze gleiche Höhe erhält und gleichzeitig mit diesem abgedruckt werden kann.

Von der radirten Platte können auch Gypsabgüsse hergestellt und hievon Stereotypplatten abgegossen werden und es scheint, als ob dieser Vorgang in England häufiger angewendet wird, als die galvanoplastische Copie, da überdies die Druckerschwärze von galvanoplastischen Modellen nie so gut angenommen wird, als von Stereotypplatten.

Eine, wie es scheint, der Glyphographie sehr ähnliche Methode, zur Herstellung von Reliefplatten für den Buchdruck ist von den Herren Haase und Söhne in Prag in Anwendung gebracht, jedoch nicht veröffentlicht worden.

Galvanographie. Kurze Zeit (1842) nach der Entdeckung der Galvanoplastik durch Jacobi wurde durch v. Kobell in München die Idee gefasst, die neue Kunst zu benutzen, um in Tuschmanier gemalte Bilder auf galvanischem Wege in Kupfer vertieft dargestellt, zu copiren, dass sie nun durch druckbare Platten vervielfältigt werden können, welche Kunst mit dem Namen Galvanographie bezeichnet

worden ist. Es wird auf eine glatte und versilberte Kupferplatte eine Tuschzeichnung in Oelfarbe (v. Kobell empfiehlt eine mit Dammarfirniss versetzte und mit Graphit abgeriebene Lösung von Wachs in Terpentinöl) gemalt; sobald die Farbe eingetrocknet ist, wird darauf eine Kupferplatte erzeugt, welche dann unmittelbar zum Abdruck in der Kupferdruckpresse dient und dieselbe Tuschzeichnung, wie sie der Künstler auf der Platte hervorbrachte, in beliebiger Anzahl von Abdrücken auf Papier wiedergiebt. Die Abdrücke nähern sich am meisten der sogenannten Aquatinta-Manier, unterscheiden sich aber von ihr durch ausserordentliche Weichheit der Schattirungen, welche in der That denen eines getuschten Bildes täuschend ähnlich sind; die Platten ertragen ohne beträchtliche Abnützung über 600 Abdrücke.

Die Bilder werden in einer Farbe gemalt, damit die Tuschzeichnung durch höheres oder flaches Auftragen der Farbe eine Art Relief bildet, das sich in der galvanoplastischen Platte vertieft darstellt und zur Aufnahme der Druckerschwärze dient, die alle diese Vertiefungen in demselben Verhältnisse ausfüllt und dann an die Oberfläche des Papiers sich anheftet.

II. Die Alkalien und Erden und ihre technische Anwendung.

Die Potasche.

Potasche. Die Potasche, im Wesentlichen kohlensaures Kali, wird gewonnen aus der Asche der Vegetabilien, aus der Rübenzuckermelasse, als Nebenprodukt bei der Jodgewinnung in Schottland, aus dem Meerwasser, aus der Mutterlauge der Salinen, aus dem Feldspath, aus dem Stassfurter Abraumsalze und vereinzelt (in Rheims) aus dem Schweisse der Schafwolle.

aus Vegetabilien, Wenn wir eine Pflanze oder einzelne Theile derselben verbrennen, so bleibt ein unverbrennlicher Rückstand, den man mit dem Namen Asche belegt. Diese Asche enthält die unorganischen oder mineralischen Bestandtheile der Vegetabilien. Sie besteht aus Kalisalzen, kleinen Mengen von Natron und Rubidium, Kalk, Magnesia, etwas Eisen und Mangan, gebunden an Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Salzsäure und Kohlensäure. Die Quantität und Beschaffenheit der Asche ist aber nicht bei allen Pflanzen gleich; während die am Meeresstrande wachsenden Pflanzen vorzugsweise Natron (Soda) enthalten, sind die Binnenpflanzen besonders kalireich; die Aschenmenge ist nicht allein bei den verschiedenen Pflanzen eine verschiedene, sondern es geben auch die verschiedenen Pflanzentheile verschiedene Quantitäten. Die saftreichsten Pflanzen und Pflanzentheile geben im Allgemeinen die meiste Asche, Kräuter grössere Mengen als Sträucher, letztere grössere Mengen als Bäume, Blätter und Rinde der Bäume mehr als der Stamm. Es ist einleuchtend, dass die Menge der in dem Pflanzensafte auflöslichen unorganischen Bestandtheile, also hauptsächlich die Quantität der Salze der Alkalien in den saftreichsten Pflanzentheilen am grössten sein muss. Diese mineralischen Bestandtheile, welche die Pflanzenaschen ausmachen, sind nicht zufällig, sondern zur Vegetation unumgänglich nothwendig. Die genannten Körper entzieht die Pflanze dem Boden. Das Kali ist nun ein Körper, der als Bestandtheil vieler Mineralien und Gesteine z. B. des Feldspathes, an Kieselerde gebunden, und im Granit als Feldspath vorkommt. (Der Kalifeldspath enthält 12—17 pCt., der Glimmer 7—11 pCt., der Talk 2—3 pCt., Phonolith (Klingstein) 9 pCt., der Basalt 2 pCt., der Granit 4—6 pCt., der Thonschiefer 2—3 pCt., der Lehm und Thon 1,5—4 pCt. Kali.) Eine directe Darstellung des Kalis aus dem Feldspathe und aus ähnlichen Gesteinen ist heutzutage noch zu kostspielig. Man lässt deshalb durch die Pflanzen das Kali dem Boden entnehmen

Gewinnung der Potasche und Theorie derselben. und gewinnt es, indem man die Vegetabilien verbrennt und die zurückbleibende Asche mit Wasser behandelt. Es ist ein allgemeiner Charakter

der Salze der Alkalien, dass sie in Wasser leicht löslich sind, während umgekehrt die Salze der Erden, besonders diejenigen, die sich in der Asche vorfinden, in Wasser unlöslich sind. Behandelt man daher eine kalireiche Asche, z. B. Holzasche mit Wasser und trennt die erhaltene Flüssigkeit durch Absetzenlassen oder Filtriren von dem ungelöst zurückbleibenden, so erhält man eine Lösung, die vorzugsweise Kali an Kohlensäure gebunden und ausserdem etwas schwefelsaures und kieselsaures Kali enthält. Wird die Lösung eingedampft und der Rückstand geglüht, um alle darin befindlichen organischen Reste zu verbrennen, so erhält man eine graue bröckliche Masse, die den Namen rohe Potasche führt.

Die Binnenlandpflanzen geben sehr verschiedene Aschenmengen. Den Aschengehalt der Hölzer kann man im Mittel zu 1,5 pCt. annehmen.

Die Potasche oder das unreine kohlensaure Kali ist in den Pflanzen nicht als kohlensaures, sondern als pflanzensaures (oxal- oder weinsaures u. s. w.) enthalten. Diese Pflanzensäuren wie die Oxalsäure, die Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure und die meisten anderen organischen oder Pflanzensäuren bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und haben die Eigenschaft, wenn sie an Basen gebunden, also als pflanzensaure Salze erhitzt werden, sich in Kohlensäure, die mit der Base verbunden als kohlensaures Salz zurückbleibt, und in flüchtige Produkte zu zersetzen. Wenn man z. B. etwas Cremor tartari (saures weinsaures Kali) glüht, so bleibt dabei reines Kali zurück, das an der Eigenschaft, mit irgend einer Säure zusammengebracht unter Aufbrausen die Kohlensäure zu verlieren, als ein kohlensaures Salz erkannt werden kann.

Gewinnung der Potasche im Grossen durch Verbrennen von Holz.

In Amerika, Russland, Illyrien und auch zum Theil noch in Ungarn, in welchen Ländern das Holz theilweise als Brenn- und Baumaterial in niedrigem Werthe steht, verbrennt man häufig ganze Bäume behufs der Potaschefabrikation; in andern Ländern benutzt man nur die Zweige und Abfälle der Stämme, Sträucher und dergleichen zur Darstellung der Potasche. Diese Pflanzentheile werden zuerst getrocknet und dann gewöhnlich in Gruben verbrannt. Die im Walde durch Niederbrennen von Bäumen und Sträuchern erhaltene Asche heisst Waldasche, die als Nebenprodukt in den Feuerungsanlagen gewonnene Ofen- oder Herdasche führt dagegen den Namen Brennasche. Die Gewinnung der Potasche aus der rohen Holzasche zerfällt

1) in das Auslaugen der Asche;
2) in das Versieden der Rohlauge und
3) in das Glühen oder Calciniren der rohen Potasche.

Das Auslaugen der Asche geschieht in Bottichen, in welchen sich über dem eigentlichen Boden ein zweiter durchlöcherter eingelegt befindet, der mit Stroh bedeckt ist und auf einem Kreuze ruht. Diese Auslaugebottiche (Aescher) werden in zwei Reihen aufgestellt, so dass die hinteren auf einem Gerüste, die vordern auf Lagern ruhen; eine dritte Reihe, die Sümpfe, ist fest in die Erde eingegraben und dient zum Aufnehmen der Rohlauge. Die Aescher werden mit gesiebter Holzasche angefüllt und auf die Asche der oberen Reihe der Aescher wird Wasser gegossen. Enthält die abfliessende Lauge 20—25 pCt. Salztheile, so ist sie siedewürdig und wird in die Abdampfpfannen gebracht. Bei zu schwachem Salzgehalte läuft die Flüssigkeit abermals durch den Aescher. Die mit kaltem Wasser völlig erschöpfte Asche wird in manchen Gegenden zuletzt noch mit heissem Wasser ausgezogen, um das darin enthaltene, in kaltem Wasser schwer lösliche schwefelsaure Kali zu gewinnen. Der ausgelaugte Rückstand, aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk, etwas Kali und Magnesia und viel Sand und Thon bestehend, wird als Dünge-

mittel, zur Fabrikation von grünem Bouteillenglas, so wie in den Salpetersiedereien zum Bau der Salpeterhaufen verwendet. Das Abdampfen geschieht in eisernen Pfannen unter fortwährendem Umrühren, bis eine trockene, dunkelbraune Masse zurückbleibt, die 6—10 pCt. Wasser und verkohlte organische Substanzen enthält. Diese Masse führt den Namen rohe Potasche, Salin oder Fluss. Die letzte Operation, das Calciniren der Potasche, hat zum Zweck, die Masse vollständig zu entwässern und die färbenden organischen Substanzen zu zerstören; dies geschieht in besonderen Flammenöfen. Der Ofen wird zuerst angeheizt, dann die Potasche eingelegt und allmälig so lange geglüht, bis sie in eine weissliche oder bläuliche Masse, die nicht zusammengesintert sein darf, verwandelt ist. Nach dem Erkalten

Arten der Potasche.

verpackt man die Potasche in Fässer. Der Gewichtsverlust, welchen die rohe Potasche beim Calciniren erleidet, beträgt 8—18 pCt. Je nach dem Rohstoffe und nach den Ländern unterscheidet man Perlasche, die in kleinen, trocknen Stückchen von bläulicher Farbe aus Nordamerika kommt, Weinhefen- oder Drusenasche (*cendres gravelées*), welche man durch Verbrennen der Weinhefen und Trestern in dem mittägigen Frankreich darstellt, ferner amerikanische, toscanische, illyrische, ungarische und russische Potasche. Die in Frankreich unter dem Namen *Potasse factice* bekannte Substanz ist keine Potasche, sondern Soda, die zum Theil Aetznatron enthält.

Ausbeute an Potasche aus verschiedenen Pflanzen.

Die Ausbeute an Potasche aus verschiedenen Pflanzen beträgt durchschnittlich von 1000 Gewichtstheilen

Fichtenholz	0,45	Farnkraut	6,26
Pappelholz	0,75	Binse	7,22
Buchenholz	1,45	Maisstengel	17,50
Eichenholz	1,53	Sonnenblumenstengel	20,00
Buchsbaumholz	2,26	Wucherblume	25,00
Weidenholz	2,85	Brennnesseln	25,03
Ulmenholz	3,90	Wickenkraut	27,50
Weizenstroh	3,90	Trockne Weizenstengel vor	
Disteln	5,00	der Blüthe	47,0
Weinreben	5,50	Wermutkraut	73,0
Gerstenstroh	5,80	Erdrauchkraut	79,0

Gewinnung der Potasche aus Rübenzuckermelasse.

Die Potaschefabrikation aus Rübenzuckermelasse bildet in der neueren Zeit einen nicht unbedeutenden Industriezweig. Die Potasche wird hierbei zugleich mit dem Weingeist gewonnen. Es ist hier nicht der Ort, die Darstellung des Weingeistes aus der Runkelrübenmelasse zu erörtern, es sei nur bemerkt, dass die Melasse mit der gehörigen Menge Wasser verdünnt und mit Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction versetzt wird, bevor man ihr die Bierhefe zusetzt, um sie in grossen Bottichen bei 20° gähren zu lassen. Die gegohrene Flüssigkeit wird destillirt. Die in der Blase zurückbleibende Flüssigkeit enthält natürlich alle Salze, welche in der Melasse vorhanden waren. Sie wird zur Syrupconsistenz eingedampft und ruhig hingestellt, wodurch der Gyps sich ausscheidet. Die von dem Gyps abgegossene Flüssigkeit wird in Flammenöfen geglüht. Die zurückbleibende poröse grauweisse Masse (Salin) wird mit Wasser ausgelaugt.

Lefebvre fand in vier verschiedenen Sorten von Salin (aus französischen Zuckerfabriken):

	a.	b.	c.	d.
HO u. Unlösliches	26,22	19,82	17,47	13,36
Schwefelsaures Kali	12,95	9,88	2,55	3,22
Chlorkalium	15,87	20,59	18,45	16,62
Chlorrubidium	0,13	0,15	0,18	0,21
Kohlensaures Natron	25,52	19,66	19,22	16,54
Kohlensaures Kali	23,40	29,90	42,13	50,05
	100,00	100,00	100,00	100,00

Die durch Behandeln des Salins mit Wasser erhaltene Lauge, in flachen Pfannen aus Eisenblech abgedampft, setzt schwefelsaures Kali und Chlorkalium ab, die getrocknet und zur Alaunfabrikation verwendet werden. Aus der Mutterlauge krystallisirt ein Doppelsalz von kohlensaurem Kali und Natron ($KO, CO_2 + NaO, CO_2 + 24 HO$) heraus. Die Mutterlauge wird zur Trockniss eingedampft und der Rückstand geglüht, er liefert Potasche. Das Doppelsalz von kohlensaurem Kali und Natron wird umkrystallisirt, wobei sich ein Doppelsalz, das weniger kohlensaures Kali enthält, bildet. Man lässt dasselbe in einem Kessel zergehen, wobei sich kohlensaures Natron mit 1 Aequiv. Wasser absetzt, und die Mutterlauge reich an kohlensaurem Kali zurückbleibt; sie wird eingedampft und der Rückstand als Potasche verwendet. Das niedergefallene kohlensaure Natron wird getrocknet und dann in den Handel gebracht.

Seit längerer Zeit wird diese neue Fabrikation der Potasche auch in Deutschland ausgeübt. Die grosse Rübenzuckerfabrik zu Waghäusel in Baden sendet eine Potasche aus Rübenmelasse (gegen 6000 Ctr. jährlich) in den Handel, die sich durch verhältnissmässig grosse Reinheit und durch Weisse auszeichnet. Die Zusammensetzung der Potasche aus Waghäusel folgt unten. Dass es rationeller sein würde, die Mineralbestandtheile der Rübenmelasse als Mineraldünger den Rübenfeldern zurückzuerstatten, als sie in den Handel zu bringen, unterliegt keinem Zweifel.

Gewinnung der Potasche aus dem Meerwasser. Das Meerwasser enthält durchschnittlich 1,35 pro Mille Chlorkalium. In der neueren Zeit hat man in Südfrankreich angefangen, aus der bei Darstellung des Seesalzes und schwefelsauren Natrons aus dem Meerwasser abfallenden Mutterlauge das Kali zu gewinnen, auf ähnliche Weise, wie man auch die Mutterlaugen der Salinen auf Kalisalze verarbeitet. Es krystallisirt nämlich aus der Mutterlauge ein Doppelsalz aus Chlormagnesium und Chlorkalium heraus, das beim Wiederauflösen in Wasser zerfällt, so dass sich beim Abdampfen aus der Lösung nur Chlorkalium abscheidet. Das Chlorkalium, welches gegenwärtig auch in Schottland als *Nebenprodukt der Jodgewinnung* in grosser Menge erzeugt wird und in Alaunwerken und zur Bereitung des Salpeters Verwendung findet, wird, wenn es nicht als Chlorkalium in den Handel kommt, sodann in schwefelsaures Kali, letzteres in kohlensaures Salz nach einer Methode umgewandelt, welche im Princip dem Leblanc'schen Verfahren der Sodagewinnung aus dem Kochsalz (s. weiter unten) gleich ist, — die hohe Bedeutung der Darstellung des Kalis aus dem Meerwasser ist nicht zu verkennen; letzteres ist eine unversiegbare, bisher unbeachtet gebliebene Quelle des Kalis, eines Stoffes, den man bis jetzt nur durch Beihülfe der Vegetation der Pflanzen zu gewinnen vermochte.

Auch aus den auf den Salinen abfallenden Mutterlaugen gewinnt man die Kalisalze nach einem dem vorstehend beschriebenen ähnlichen Verfahren.

Potasche aus Feldspath. Die in neuerer Zeit von E. Meyer und A. Hack wieder angeregte Darstellung von Potasche aus Feldspath durch Glühen desselben mit Kalk verdient alle Beachtung, hat jedoch vor der Hand nur wissenschaftliches Interesse.

aus dem Schweisse der Schafwolle. Auch aus dem Schweisse der Schafwolle, der fettsaures Kali in nicht unbeträchtlicher Menge enthält, stellt man in Rheims Potasche dar. 100 Kilogr. rohe Wolle liefern 7—9 Kilogr. Potasche.

aus dem Abraumsalze von Stassfurt. Das Steinsalzlager von Stassfurt scheint für die chemische Technik eine grosse Bedeutung dadurch zu erlangen, dass es als Kaliquelle auftritt. Die obere Decke dieses Steinsalzlagers besteht in einer Dicke von nahezu 200 Fuss aus sogenannten bitteren, bunten und zerfliesslichen Salzen — Abraumsalz genannt, welches 19,15 pCt. Chlorkalium (nach Peters) enthält. Auf einen Kaligehalt von 12—13 pCt. Kali ist in dem Abraumsalze mit Sicherheit zu rechnen.

Prüfung der Potasche. Die käuflichen Potaschesorten enthalten ausser dem kohlensauren Kali, schwefelsaures Kali, Chlorkalium und unlösliche Substanzen. Da nun ihr Gehalt an reinem kohlensauren Kali ihren Handelswerth bestimmt und derselbe bedeutend variiren kann, so sind die Mittel zur Prüfung der Potasche für den Gewerbtreibenden von grossem Werth. Sie werden am Ende des folgenden Abschnittes,

der von der Soda handelt, unter dem Kapitel Alkalimetrie näher betrachtet werden.

Einige Potaschesorten fand man bei der Analyse in 100 Theilen zusammengesetzt aus:

	russische	amerikanische	toscanische	illyrische	Aus Rübenmelasse (von Waghäusel) a.	b.
kohlensaurem Kali	69,61	71,38	74,10	78,75	88,730	94,392
kohlensaur. Natron	3,09	2,31	3,00	kohlensaur. u. schwefels. Natron 12,50	6,448	Spur
schwefelsaur. Kali	14,11	14,38	13,47		2,270	0,282
Chlorkalium	2,09	3,64	0,95		1,008	2,409
Jodkalium	—	—	—		0,026	0,111
Wasser	8,82	4,56	7,28		1,394	1,764
Unlöslichem	2,28	2,73	1,20	8,75	0,124	

Die amerikanische Potasche enthält fast durchgängig Aetzkali, so fand F. Mayer (1860) in 100 Theilen Potasche:

	1.	2.	3.	4.	5.
Kohlensaures Kali	43,6	24,5	15,0	56,0	53,1
Kalihydrat	49,6	44,4	38,6	5,6	4,4

Seit einigen Jahren kommt die Potasche nicht selten mit kohlensaurem Natron verfälscht vor, so fand v. Bastelaer (1860) in 100 Th. Potasche:

	a.	b.	c.
Kohlensaures Kali	21,47	50,84	29,05
Kalihydrat	4,46	—	—
Kohlensaures Natron	22,99	12,14	13,83

a. amerikanische, b. russische, c. Rübenpotasche.

Anwendung der Potasche. Die Potasche wird immer mehr und mehr von der ungleich wohlfeileren Soda verdrängt, sie wird indess noch benutzt zur Fabrikation des böhmischen Glases, des Salpeters, des Schiesspulvers, des Alauns, des Blutlaugensalzes, gewisser weicher Seifen und mehrerer chemischer Präparate von weniger Wichtigkeit. Ist auch die Potasche vielfach mit Erfolg durch die Soda ersetzbar, so kann sie doch nicht in allen Fällen entbehrt werden. Die Agrikultur namentlich und die Glasfabrikation würden von billiger darzustellendem Kali grossen Nutzen zu ziehen im Stande sein. Ist das oben erwähnte Verfahren der Darstellung der Potasche aus dem Meerwasser allgemein eingeführt, so werden Amerika und Russland, welche allein heutzutage noch grosse Quantitäten von Potasche durch Niederbrennen von Waldungen liefern, nicht lange mehr dazu sich verstehen. Das Holz wird bei verbesserter Communication theurer bezahlt werden, als die daraus gewonnene Asche.

Aetzkali. Die Anwendung der Potasche beruht auf ihrem Gehalt an Kali. Zuweilen ist aber auch die Kohlensäure der Anwendung hinderlich und es muss dieselbe abgeschieden werden. Dies geschieht, indem man eine wässerige Lösung der Potasche mit einem Körper zusammenbringt, der zur Kohlensäure mehr Verwandtschaft hat, als das Kali. Ein solcher Körper ist der gelöschte Kalk. Bezeichnen wir das kohlensaure Kali mit seiner chemischen Formel KO, CO_2 und den Aetzkalk mit CaO, HO, so wird aus dem Aetzkalk CaO, CO_2 und KO, HO d. h. Aetzkali wird frei. Indem sich also die Kohlensäure des kohlensauren Kali mit dem Kalk zu kohlensaurem Kalk verbindet und unlöslich zu Boden fällt, wird das Kali frei und

bleibt in der über dem unlöslichen kohlensauren Kalke stehenden Flüssigkeit gelöst. Dampft man diese Kalilösung bis zu einem gewissen Grade ab, so erhält man die Aetzkalilauge oder Seifensiederlauge, von welcher später bei der Verseifung die Rede sein wird. Aus dem spec. Gewichte der Lauge kann man ihren Gehalt an Kali erkennen, z. B.:

Spec. Gewicht	Kaliprocente.
1,06	4,7
1,11	9,5
1,15	13,0
1,19	16,2
1,23	19,5
1,28	23,4
1,39	32,4
1,52	42,9
1,60	46,7
1,68	51,2

Wird diese Lauge bis zur Trockniss eingedampft, so bleibt eine weisse schmelzbare Masse, das Aetzkali oder Kalihydrat (KO, HO in 100 Theilen 83,9 Th. Kali und 16,1 Th. Wasser enthaltend) zurück, das geschmolzen und in Form von Stängelchen gebracht in der Chirurgie als Aetzmittel Anwendung findet. Trägt man in schmelzendes Kalihydrat feine Sägespäne ein, so entsteht Oxalsäure, welche gegenwärtig in England auf diese Weise im Grossen dargestellt wird. — Das für die Technik wichtigste Kalisalz ist das salpetersaure Kali oder der Salpeter, an welches sich die Fabrikation des Schiesspulvers und die der Salpetersäure anschliesst.

Der Salpeter.

($KO, NO_5 = 101{,}2$. In 100 Th. 46,5 Th. Kali und 53,5 Th. Salpetersäure.)

Salpeter. Uebergiesst man kohlensaures Kali mit Salpetersäure, so entweicht die Kohlensäure unter Aufbrausen und wenn die Lösung hinreichend concentrirt ist, erhält man nach einiger Zeit in der Flüssigkeit Krystalle von Salpeter. Die Darstellung des Salpeters im Grossen ist aber nicht auf diese Weise auszuführen, da erst die Salpetersäure aus dem Salpeter, letzterer aber vortheilhaft nie aus ersterer gewonnen werden kann. Die Natur unterstützt den Process der Salpeterbildung mächtig und oft hat der Mensch nur nöthig, das von der Natur gelieferte Material zu reinigen. Es ist bekannt, dass an den Mauern der Ställe häufig Auswitterungen

Salpeterbildung. beobachtet werden, die zum grössten Theil aus salpetersauren Salzen bestehen. Eben so findet man diese Auswitterung in Höhlen und auf der Oberfläche des Bodens in Spanien, Aegypten, Ostindien und mehreren Theilen Südamerikas; in Chile und Peru findet man sogar salpetersaures Natron (Chilesalpeter) in ungeheuren Massen in einer Erstreckung von mehr als dreissig Meilen unter einer Schicht von Thon. Fragt man nun, welcher Mittel bedient sich die Natur, um jene Mengen von salpetersauren Salzen zu erzeugen, so ist die Antwort in Bezug auf die Base, das Kali, Natron oder den Kalk leicht, denn diese Basen finden sich stets in den Mineralien und den Umgebungen der Orte, an welchen sich diese Körper bilden. In Bezug auf die Erzeugung der Salpetersäure nimmt man an, dass dieselbe unter der Mitwirkung faulender organischer Substanzen oder durch directes Zusammentreten der Elemente der atmosphärischen Luft erzeuge. In den meisten Fällen ist

es erwiesen, dass die Salpeterbildung auf die erstere Weise eingeleitet wird. Lassen wir gewisse organische, stickstoffhaltige Substanzen, wie z. B. Harn, an der Luft stehen, so geht eine Zersetzung desselben vor sich, die wir Fäulniss nennen und die sich in diesem Falle unter Anderem durch einen stechenden Geruch äussert. Dieser Geruch rührt von Ammoniak, einem Körper her, der stets unter den Zersetzungsprodukten stickstoffhaltiger organischer Körper zu bemerken ist. Ammoniak besteht aus Stickstoff (N) und Wasserstoff (H). Lassen wir aber die stickstoffhaltigen organischen Substanzen sich bei Gegenwart einer Base zersetzen, befeuchten wir z. B. einen Haufen Asche mit Harn, so bildet sich zwar auch Ammoniak, die vorhandene Base bewirkt aber, dass der Sauerstoff der atmosphärischen Luft oxydirend auf das Ammoniak einwirkt und dasselbe in Salpetersäure und Wasser verwandelt ($NH_3 + 8\,O = NO_5 + 3\,HO$). Die Salpetersäure verbindet sich im Augenblicke des Entstehens mit den Basen zu salpetersauren Salzen. Zieht man die erwähnte Asche, die lange Zeit der Luft ausgesetzt gewesen und von Zeit zu Zeit mit Harn begossen worden war, mit Wasser aus und dampft die Flüssigkeit ab, so erhält man Krystalle von Salpeter. Auf die angegebene Weise entsteht salpetersaures Salz in den Ställen und in der gedüngten Ackererde durch das Ammoniak, das sich bei der Fäulniss der Excremente und des Düngers entwickelt, unter Mitwirkung des Kalkes der Mauern und des Ackerbodens; auf dieselbe Weise gelangt es in die Brunnen grösserer Städte, indem dieselben mit dem Erdreiche in Communication stehen, das besonders in der Nähe der Kloaken salpeterhaltig ist. Auf ähnliche Weise bildet es sich in den Salpeterhöhlen Ostindiens, indem die darin aufgehäuften Excremente von Fledermäusen etc. und das Kali des Bodens die Materialien hergeben. Eine fernere Bildung der Salpetersäure durch directes Zusammentreten ihrer Elemente ist vermittelst der Elektricität und poröser, alkalihaltiger Körper beobachtet worden. Die atmosphärische Luft besteht ebenfalls wie die Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff. Lässt man durch wasserhaltige atmosphärische Luft elektrische Funken schlagen, so erhält man salpetersaures und salpetrigsaures Ammoniak, indem durch die Elektricität der Sauerstoff der Luft in Ozon übergeführt wird, welcher salpetersäurebildend wirkt. Dasselbe Salz finden wir in dem Regenwasser nach Gewittern, wobei es auf gleiche Weise durch den Blitz entstanden ist. Poröse Körper haben die Eigenschaft, Gase in grosser Menge in ihren Poren zu condensiren; sind in den porösen Körpern Basen enthalten, so prädisponiren dieselben häufig die Gasarten, sich chemisch mit einander zu verbinden. Dies scheint auch bei gewissen porösen natronhaltigen Thonschichten mit der atmosphärischen Luft der Fall zu sein; die Elemente derselben treten zu Salpetersäure zusammen, die mit der Base verbunden als salpetersaures Salz in der heissen Jahreszeit durch Capillarattraction auf die Oberfläche kommt und auswittert. Interessant ist das Factum, dass das durch Verwesung einer stickstoffhaltigen organischen Substanz erzeugte Salz oft einen grösseren Stickstoffgehalt besitzt, als die zur Erzeugung dienenden organischen Substanzen enthalten haben konnten; wahrscheinlich also wird die Salpetersäurebildung durch Verwesung eingeleitet, und mit Hülfe des Stickstoffs der atmosphärischen Luft fortgesetzt.

Von grosser Tragweite sind die der neuesten Zeit angehörenden Entdeckungen von Schönbein und Böttger, dass bei jedem Verbrennungsprocess aus den Elementen der Luft salpetrigsaures Ammoniak sich bildet, welches allmälig in salpetersaures Salz übergeht.

Gewinnung des Salpeters.

In Ländern, in welchen der Salpeter auswittert, ist die Gewinnung desselben sehr einfach; man laugt die salpeterhaltige Erde (Gayerde, Gaysalpeter, Kehrsalpeter) mit Wasser, oft unter Zusatz von Potasche, aus,

um den in der Erde enthaltenen salpetersauren Kalk zu zersetzen, verdampft die Lauge und bringt dieselbe zur Krystallisation. Den Salpeterbildungsprocess der Natur ahmt man in den Salpeterplantagen künstlich nach, in denen man alle Bedingungen, welche die Salpeterbildung begünstigen, zu erfüllen sucht. Die Vortheile der Salpeterplantagen sind öfters übertrieben dargestellt worden; gegenwärtig ist man in den meisten Ländern des nördlichen Europas der Ansicht, dass es weit grösseren Nutzen bringe, das hierzu erforderliche Land, den Dünger und die Arbeitskraft dem Ackerbau zuzuwenden.

Als Materialien wählt man Erde mit starken Basen, namentlich kohlensauren Kalk, wie Mergel, Bauschutt, Holz-, Torf-, Braunkohlen-, Steinkohlenasche, Staub und Koth von Chausseen, Schlamm aus Stuben, Ställen, Städten, Schlamm aus Teichen und Schleussen, Kalkrückstände aus Soda-, Gas-, Papierfabriken, Bleichereien, Aschen und Kalk von Seifensiedern etc., und als Stickstofflieferer: düngerhaltige Materialien oder Dünger selbst, thierische Abfälle, wie Fleisch, Sehnen, Häute, Blut aller Art aus den Schlachthäusern und Wasenmeistereien, Rückstände aus chemischen Fabriken, aus Gerbereien und Leimfabriken, von wollenen Lumpen aus Tuchfabriken; am geeignetsten sind die thierischen Substanzen, daher schichtet man auch nicht selten die frischen thierischen Abfälle mit Vegetabilien, namentlich mit solchen, welche, wie Kartoffelkraut, Runkelrübenblätter, Bilsenkraut, Nesseln, Sonnenblumen, Borretsch etc., Salpeter enthalten, und begiesst die Haufen von Zeit zu Zeit mit Jauche oder Gülle. Die Principien, welche man bei der zweckmässigsten Mischung der Erde zur Salpeterbildung zu befolgen hat, sind dieselben, welche in der neueren Zeit die Agriculturchemie zur Herstellung des Compostes kennen gelehrt hat.

Aus der präparirten Erde, Muttererde, welche man mit Stroh oder mit Reisig durchflicht, um der Luft möglichst allseitig Zutritt zu gestatten, bildet man auf einem geneigten, festgeschlagenen Lehmboden Haufen von 6—7 Fuss Höhe von der Form einer abgestutzten Pyramide. Man kann auch in besonderen Haufen (Faulhaufen) die Fäulniss der thierischen Substanzen einleiten und die so erhaltene Masse mit der übrigen Erde mischen. Wenn die Salpetererde der Reife sich nähert, lässt man die Haufen austrocknen; es bildet sich dann an der Oberfläche eine zwei bis drei Zoll dicke Rinde, welche reicher ist an salpetersauren Salzen als die andere Masse, da sich durch Capillarwirkung die Lauge an die Oberfläche zieht und dort ihr Wasser verliert. Diese Kruste wird so oft abgekratzt, bis der Kern des Haufens der Luft zu wenig Oberfläche darbietet, wo er dann mit bereits ausgelaugter Erde umkränzt oder ganz abgetragen und neu aufgebaut wird.

In der Schweiz gewinnt man in mehreren Cantonen den Salpeter in den Ställen, welche in der Regel an Bergabhängen liegen, so dass blos der Eingang zu ebener Erde ist, während der gegenüberliegende Theil des Gebäudes einige Fuss höher ist als der Boden und auf Pfählen ruht. Auf diese Weise ist der gedielte Boden des Stalles vom Erdboden durch eine Luftschicht getrennt. Unter dem Stalle wird eine Grube von 2 bis 3 Fuss Tiefe gegraben; diese Grube füllt man mit einer porösen Erde, welche den erforderlichen Kalkgehalt hat, und tritt dieselbe fest. Diese Erde absorbirt den Harn der Thiere. Nach 2 bis 3 Jahren nehmen die Salpetersieder in den leerstehenden Sommerstallungen die Bodenbretter ab, entfernen die Salpetererde aus der Grube und laugen dieselbe mit Wasser aus. Die Lauge wird in einer Hütte, in welcher ein Kessel in einem in die Erde gegrabenen Herde eingesenkt ist, versotten. Die ausgelaugte Erde kommt in die Ställe zurück. Es lohnt sich erst nach sieben Jahren, aus demselben Stall wieder Salpeter zu gewinnen. Ein einziger Stall soll 50 bis 200 Pfd. Rohsalpeter liefern, nach anderen Angaben kann sich der Ertrag bei einem Stalle auf 10 Centner belaufen. Die Lauge wird mit Asche und Aetzkalk versetzt, vom Bodensatze abgegossen, in der Siedehütte eingedampft und der Krystallisation

überlassen. Man lässt die Krystalle in Körben abtropfen, verpackt sie in Säcke und versendet sie an die Raffiniranstalten der Pulvermühlen.

In Schweden, wo jeder Grundbesitzer zur Lieferung von Salpeter an die Behörde als Steuer verpflichtet ist, sind die salpeterbildenden Materialien in hölzerne Kästen oder Schuppen eingetragen, werden darin von Zeit zu Zeit mit Rindsharn übergossen und umgeschaufelt. Nach 2—3 Jahren ist die Erde reif.

Aus der Salpetererde wird der Kalisalpeter auf folgende Weise dargestellt:

a) die Erde wird mit Wasser ausgelaugt (Darstellung der Rohlauge);

b) die Lauge (Rohlauge) wird gebrochen, d. h. sie wird mit der Lösung eines Kalisalzes zusammengebracht, um den vorhandenen salpetersauren Kalk und die salpetersaure Magnesia in Kalisalpeter zu verwandeln (Brechen der Rohlauge);

c) die gebrochene Lauge wird abgedampft, um den Salpeter (Rohsalpeter) krystallisirt zu erhalten;

d) der Rohsalpeter wird geläutert oder raffinirt.

Darstellung der Rohlauge.

Die siedewürdige Erde wird mit Wasser ausgelaugt, um die in Wasser löslichen Bestandtheile von den unlöslichen zu trennen. Hierbei ist das Auslaugen mit der geringsten Menge Wasser vorzunehmen, um später bei der Verdampfung an Brennmaterial zu ersparen. Laugen von 12—14 pCt. Gehalt sind siedewürdig.

Brechen der Rohlauge.

Die Rohlauge (in Oesterreich Grundwasser genannt) enthält salpetersauren Kalk, salpetersaure Magnesia, salpetersaures Kali und Natron, Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlorkalium, Ammoniaksalze und vegetabilische und thierische Substanzen.

Um die salpetersauren Salze der alkalischen Erden, welche sich in der Rohlauge vorfinden, in Kalisalpeter überzuführen, wird die Rohlauge gebrochen, d. h. es wird die Rohlauge mit einer Auflösung von 1 Th. Potasche in 2 Th. Wasser versetzt:

Salpetersaurer Kalk CaO, NO_5	geben	Kalisalpeter $2\,KO, NO_5$
Salpetersaure Magnesia MgO, NO_5		Kohlensaurer Kalk CaO, CO_2
Potasche $2\,KO, CO_2$		Kohlensaure Magnesia MgO, CO_2.

Zu gleicher Zeit werden auch die Chlorüre des Calciums und Magnesiums zersetzt und in Chlorkalium und kohlensauren Kalk und Magnesia zerlegt. Von der Potaschenlösung wird so lange zugesetzt, als noch ein Niederschlag in der Flüssigkeit sich bildet. Um einen Maassstab für die Quantität der zuzusetzenden Potaschenlösung zu haben, macht man mit etwa $^1/_2$ Liter der Rohlauge eine vorläufige Probe, welche Menge Potaschenlösung zugesetzt werden muss, bis kein Niederschlag mehr entsteht.

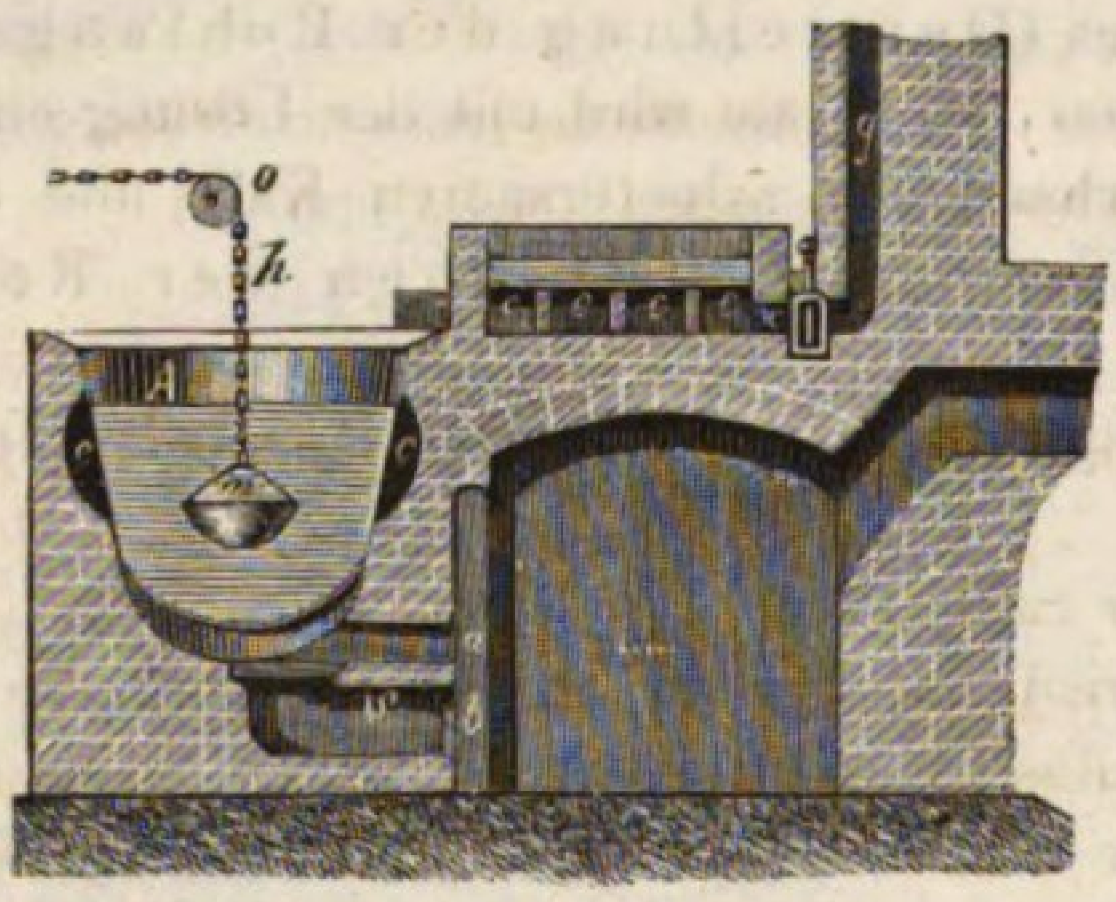
Zuweilen wendet man zum Brechen der Rohlauge auch schwefelsaures Kali anstatt der Potasche an. Die Anwendung des schwefelsauren Kalis verlangt zuerst eine Zersetzung der Magnesiasalze der Rohlauge durch Kalkmilch und nachheriges Abdampfen; auf Zusatz von schwefelsaurem Kali scheidet sich sodann schwefelsaurer Kalk aus ($CaO, NO_5 + KO, SO_3 = KO, NO_5 + CaO, SO_3$). Auch bei der Anwendung von Chlorkalium zum Brechen der Lauge entfernt man zuerst die Magnesiasalze mittelst Kalkmilch. Hierauf setzt man zu der decantirten Flüssigkeit die erforderliche Quantität eines Gemenges von Chlorkalium und Glaubersalz nach gleichen Aequivalenten. Hierdurch wird der Kalk als Gyps niedergeschlagen; das entstandene salpetersaure Natron setzt sich mit dem Chlorkalium zu Kalisalpeter und Kochsalz um.

Versieden der Rohlauge.

Die von dem aus kohlensauren Erden bestehenden Absatz klar abgegossene Rohlauge besteht aus einer Lösung von salpetersaurem Kali, Chlorkalium und Chlornatrium, kohlensaurem Ammoniak und überschüssiger Potasche; ausserdem finden sich darin färbende Stoffe, jedoch weniger als vorher. Das Versieden der

Lauge geschieht in kupfernen Kesseln (Fig. 55), deren Anlage so gemacht ist, dass die Feuergase durch die den Kessel umgebenden Züge *c*, *c* unter die Vorwärmpfanne *D* und von da in den Schornstein *q* gehen. In einigen Fabriken benutzt man die entweichende Wärme noch zum Trocknen des Salpetermehls. In den Siedekessel lässt man durch einen Hahn so viel Rohlauge nachfliessen, als durch das Kochen Wasser entweicht. Am dritten Tage etwa fangen die Chlormetalle (Chlornatrium, Chlorkalium) an sich auszuscheiden, der Arbeiter muss nun Sorge tragen, dieselben nicht anbrennen zu lassen, was zu Explosionen oder mindestens zu Störungen des Betriebes Anlass geben könnte; zu diesem Zwecke wendet er eine hölzerne, keilförmig zugeschärfte Stange an, mit deren Hülfe er die bereits ausgeschiedenen festen Theile umrührt. Nach jedesmaligem Umrühren schöpft er das Lockergewordene mit einem kupfernen Siebe heraus. Da sich dessen ungeachtet an den Wandungen des Kessels Kesselstein ansetzt, so wendet man jetzt fast allgemein den Pfuhleimer, d. h. ein flaches Gefäss *m* an, welches man mittelst einer Kette *h* in die Mitte der Lauge ungefähr zwei Zoll vom Boden des Kessels herablässt. Der Pfuhleimer wird mit Backsteinen beschwert. Die ausgeschiedenen festen Theile setzen sich nämlich nicht sofort als Kesselstein ab, sondern bleiben einige Zeit in der Flüssigkeit suspendirt, indem sie von dem Boden des Kessels an den Wänden hinaufgetrieben werden, um von der Oberfläche in der Mitte wieder auf den Boden zu gelangen. Durch den Pfuhleimer wird nun das Herabfallen derselben auf den Boden verhindert, indem sich darin nach und nach alle festen Theile ansammeln. Da in dem Pfuhleimer kein Kochen stattfindet, so fallen auch die einmal hineingekommenen Theilchen nicht wieder heraus. Von Zeit zu Zeit wird dieses Gefäss emporgezogen und in einen über dem Kessel befindlichen, mit Löchern versehenen Kasten geleert, aus welchem die den festen Theilchen anhängende Lauge wieder in den Kessel zurückläuft. Das in dem Kessel Abgeschiedene besteht grösstentheils aus kohlensauren Erden und Gyps.

Fig. 55.



Nachdem ein Theil der Verunreinigungen durch den Pfuhleimer entfernt worden ist, enthält die Lauge häufig noch Chlornatrium. Da dieses Salz nicht gleich dem Salpeter in heissem Wasser leichter löslich ist als in kaltem, so krystallisirt es schon während des Abdampfens heraus. Man entfernt dann den Pfuhleimer aus der Lauge; das Chlornatrium scheidet sich an der Oberfläche der Flüssigkeit und am Boden des Kessels aus und wird mit einem Schaumlöffel herausgenommen. Sobald das Kochsalz reichlich herauskrystallisirt, hat die Lauge die zum Krystallisiren erforderliche Stärke erreicht. Ist die Lauge in der That gar, so erstarrt ein Tropfen derselben, auf kaltes Metall gebracht, sogleich zu einer festen Masse. Man kann auch ein wenig der zu prüfenden Lauge in einen Blechlöffel schöpfen und sehen, ob nach der Abkühlung der Salpeter in Nadeln anschiesst.

Die gare Lauge wird in besondere Bottiche gebracht und darin 5—6 Stunden stehen gelassen; während dieser Zeit setzen sich noch mehr Unreinigkeiten ab, die Lauge klärt sich und kühlt zum Theil aus. Ist die Abkühlung bis auf etwa 60° vorgeschritten, so schöpft man die klare Lauge in kupferne Krystallirgefässe. Nach

zweimal 24 Stunden ist die Krystallisation beendigt; man trennt nun die Mutterlauge (Altlauge, Hecklauge), welche dem nächsten Rohsieden zugesetzt wird, von den Krystallen.

Läutern oder Raffiniren des Rohsalpeters. Der Rohsalpeter (Salpeter vom ersten Sude) ist gelbgefärbt und enthält durchschnittlich 20 pCt. zerfliessliche Chlormetalle, Erdsalze und Wasser. Die die Entfernung der Verunreinigungen bezweckende Operation nennt man das Läutern oder Raffiniren des Salpeters.

Das Raffiniren gründet sich darauf, dass der Salpeter in heissem Wasser sich weit leichter löst als die beiden Chlorüre Chlornatrium und Chlorkalium. Man bringt in einen Kessel 12 Centner (= 600 Liter) Wasser und löst darin 24 Centner Rohsalpeter bei gelinder Wärme auf; darauf erhitzt man die Lösung bis zum Sieden und trägt noch 36 Centner Rohsalpeter ein. Enthielt der Rohsalpeter 20 pCt. Chloralkalien, so wird der Salpeter von der angewendeten Wassermenge in der Siedehitze gelöst, von den Chloralkalien bleibt dagegen ein Theil ungelöst zurück und wird aus dem Kessel herausgekrückt. Der auf der Oberfläche der Flüssigkeit sich zeigende Schaum wird mit einer Schaumkelle abgenommen. Darauf sucht man die noch nicht abgeschiedenen organischen Stoffe durch Leim niederzuschlagen. Gewöhnlich rechnet man auf 1 Centner Rohsalpeter 3 Quentchen Tischlerleim, welche in etwa 2 Liter Wasser aufgelöst werden. Damit keine Krystallisation des Salpeters eintrete, setzt man der Flüssigkeit so viel Wasser zu, dass die Totalmenge desselben 20 Centner (1000 Liter) betrage. Der Leim reisst alle in der Flüssigkeit schwimmenden Körper mit sich auf die Oberfläche, wodurch eine grosse Menge Schaum entsteht, der sofort abgenommen wird. Die Flüssigkeit wird nach dem Abschäumen etwa 12 Stunden auf der Temperatur von 88° erhalten und dann vorsichtig in die kupfernen Krystallisirbecken geschöpft, deren Boden nach der Mitte zu abschüssig ist und an dem einen Ende höher steht als an dem anderen. In diesen Becken kühlt sich die Lauge ab und es würden sich grosse Salpeterkrystalle bilden, wenn man dies nicht absichtlich durch fortwährendes Umrühren mit Krücken verhinderte, wodurch Salpetermehl sich bildet. Das Salpetermehl kommt aus den Krystallisirbecken in die Waschgefässe, kleine Tröge von 10 Fuss Länge und 4 Fuss Breite, von der Gestalt der Auslaugekästen, jedoch mit einem Doppelboden versehen, von welchem der innere durchlöchert ist. Seitlich befinden sich zwischen den beiden Böden mit Zapfen zu verschliessende Löcher. Das Salpetermehl wird hierin mit 60 Pfund einer gesättigten Lösung reinen Salpeters übergossen und bei geschlossenen Zapfen 2 bis 3 Stunden damit in Berührung gelassen; dann zapft man ab, lässt abtropfen und wiederholt diese Operation zweimal, erst mit 60 Pfund, dann mit 24 Pfund Salpeterlösung, indem man nach jedem Aufguss der Salpeterlösung mit einer gleichen Menge Wasser nachwäscht. Die zuerst ablaufenden Waschwässer, welche die Chloralkalien enthalten, werden beim Raffiniren des Rohsalpeters zugesetzt, die letzten Waschwässer — fast reine Salpeterlösungen — werden bei den ersten Waschungen anderen Salpetermehls angewendet.

Nachdem man das ausgewaschene Salpetermehl einige Zeit auf dem Waschkasten gelassen hat, wird es in einer Trockenpfanne bei gelinder Wärme getrocknet, gesiebt und verpackt. In Preussen bringt man es aus dem Waschkasten in den sogenannten Aufschüttekasten und dann auf Trockentafeln, welche mit Leinwand überzogen sind.

Darstellung des Kalisalpeters aus Chilisalpeter. In neuerer Zeit stellt man sehr häufig Kalisalpeter aus dem Chilisalpeter dar. Wendet man zum Zersetzen des Chilisalpeters Potasche an, so verfährt man nach Gentele auf folgende Weise: Von zwei Kesseln, welche über einanderstehen, enthält der obere Chilisalpeter, der untere eine

äquivalente Menge Potasche. Sobald beide Lösungen sieden, lässt man die Lösung aus dem oberen Kessel in die Lösung in dem unteren fliessen. Es fällt sogleich kohlensaures Natron nieder, das man ausschöpft, so lange es sich zeigt. Die rückständige Lauge lässt man endlich in Krystallisirgefässe fliessen und bildet darin durch starkes Umrühren Salpetermehl, das wie gewöhnlich behandelt wird.

Wo Chlorkalium wohlfeil zu haben ist, zersetzt man den Chilisalpeter vortheilhaft durch dieses Salz.

100 Chilisalpeter	geben	119,1 Kalisalpeter
87,9 Chlorkalium		68,8 Kochsalz
187,9		187,9

Man löst 1 Aequivalent Chilisalpeter und 1 Aequivalent Chlorkalium in der geringsten Menge siedenden Wassers; beim Erkalten krystallisirt der Salpeter heraus, während das Kochsalz in der Flüssigkeit aufgelöst zurückbleibt. Nach Bolley's Angabe zersetzt man den Natronsalpeter durch Chlorbarium und Barytsalpeter und Chlornatrium, und führt ersteren durch schwefelsaures Kali in Kalisalpeter (und in Barytweiss) über.

Prüfung des Salpeters.

Prüfung des Salpeters. Reiner Salpeter erstarrt nach vorsichtigem Schmelzen zu einer weissen Masse, die auf dem Bruche grobstrahlig ist. Eine Verunreinigung von $^1/_{80}$ Chlornatrium macht den Bruch schon etwas körnig, bei $^1/_{40}$ ist der Kern schon nicht mehr strahlig und weniger durchsichtig und bei $^1/_{30}$ ist das Strahlige nur noch an den Kanten zu bemerken. Das Nämliche geschieht durch eine Verunreinigung mit salpetersaurem Natron. Diese Methode (von G. Schwartz) benutzt die Behörde in Schweden, wo jeder Grundbesitzer verpflichtet ist, eine gewisse Menge Salpeter an den Staat abzugeben. — Andere Methoden, wie die von Riffault, Huss und Gay-Lussac sind theils zeitraubend, theils für die Praxis nicht geeignet. Die Methode von Riffault beruht auf der Eigenschaft einer gesättigten Salpeterlösung, bei der Temperatur, bei welcher sie gesättigt ist, noch Chlornatrium aufnehmen zu können. Die Methodo des k. k. Obersten Huss gründet sich darauf, dass eine bestimmte Menge Wasser nur eine bestimmte Menge Salpeter bei einer gewissen Temperatur gelöst enthalten kann. Man hat daher nur nöthig, durch Versuche zu ermitteln, bis zu welcher Temperatur Salpeterlösungen von verschiedener Concentration abgekühlt werden müssen, damit Salpeter sich auszuscheiden beginne; aus dieser Temperatur lässt sich der Gehalt an reinem Salpeter berechnen. Die beste Methode, den raffinirten Salpeter, der zur Schiesspulverfabrikation angewendet werden soll, auf Chlormetalle (Kochsalz) zu prüfen, besteht darin, eine Lösung desselben mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd zu versetzen. Es darf dadurch keine oder nur eine sehr geringe Trübung und kein Niederschlag erfolgen.

G. Werther bedient sich sehr zweckmässig zur Ermittelung des Chlorgehaltes, so wie des Schwefelsäuregehaltes titrirter Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd und salpetersaurem Baryt. Die Lösungen sind so abgestimmt, dass jeder Theilstrich der Silberlösung 0,004 Grm. Chlor und jeder Theilstrich der Barytlösung 0,002 Grm. Schwefelsäure entspricht. Man kann nun entweder in derselben Lösung zuerst den Chlor- und hierauf sogleich den Schwefelsäuregehalt ermitteln, oder man kann in zwei besonderen Gläsern in verschiedenen Proben Chlor und Schwefelsäure bestimmen.

Nach der Probe von Reich erhitzt man 0,5 Grm. trocknen, gepulverten Salpeter mit dem 4—6fachen Quarzpulver gemengt bis zum Dunkelrothglühen; es wird alle Salpetersäure ausgetrieben und der Gewichtsverlust giebt den Gehalt des Salpeters an Salpetersäure. Schwefelsaure Salze oder Chlorverbindungen werden bei der angegebenen Temperatur nicht zersetzt. Ist der Gewichtsverlust = d, so hatte man

1,874. d Kalisalpeter,
oder 1,574. d Natronsalpeter.

Al. Müller schlägt zur Bestimmung der Salpetersäure eine Methode vor, die sich darauf gründet, dass für Kalium und Natrium NO_6 = Cl und durch Ersetzung des ersteren durch das letztere je ein Atom um 52—35,5 = 26,5 leichter wird. Der gewogene Salpeter wird mit concentrirter Salzsäure wiederholt zur Trockne gebracht, bis alle Salpetersäure entfernt ist; der Rückstand wird geglüht und gewogen. —

Chemisch reiner Kalisalpeter darf mit kohlensaurem Kali, Chlorbarium, salpetersaurem Silberoxyd und metantimonsaurem Kali keinen Niederschlag geben. Zieht Salpeter Feuchtigkeit aus der Luft an, so ist dies ein Zeichen, dass er beim Schmelzen, wenn ein solches stattgefunden hat, zu stark erhitzt und theilweise zerstört worden ist.

Anwendung des Kalisalpeters. Der Salpeter wird zu den mannichfaltigsten Zwecken angewendet; seine Hauptanwendungen sind folgende:

1) zur Fabrikation des Schiesspulvers; 2) zur Darstellung der englischen Schwefelsäure und der Salpetersäure; 3) in der Glasfabrikation zum Reinigen der Glasmasse; 4) als Oxydations- und Flussmittel bei verschiedenen Metallarbeiten; als Flussmittel verwendet man häufig ein Gemenge von Salpeter mit Weinstein (zweifach weinsaurem Kali), welches Gemenge zuweilen vorher erhitzt wird. Erhitzt man ein Gemenge von 1 Theil Salpeter mit 2 Theilen Weinstein, so entsteht der schwarze Fluss, d. i. ein Gemenge von kohlensaurem Kali mit feinzertheilter Kohle. Erhitzt man gleiche Theile Salpeter und Weinstein, so erhält man den weissen Fluss, d. i. ein Gemenge von kohlensaurem Kali mit unzersetztem Salpeter. Beide Vorschriften werden in den Gewerben häufig benutzt; da aber der Salpeter bei der ersten Vorschrift sämmtlichen Sauerstoff, bei der zweiten einen Theil desselben einbüsst, so ist es einleuchtend, dass der schwarze Fluss zweckmässiger durch Mengen von Potasche mit Russ, der weisse Fluss durch Mengen von Potasche mit etwas Salpeter dargestellt werden kann. Der schwarze Fluss wird benutzt, wenn Metalle nur umgeschmolzen werden sollen, der weisse dagegen, wenn sich ein Theil der Metalle oxydiren soll; 5) zum Einpöckeln des Fleisches neben Kochsalz und zuweilen auch Zucker; 6) zur Bereitung des Schnellflusses und Knallpulvers. Der Schnellfluss von Baumé ist ein Gemenge von 3 Theilen Salpeter, 1 Theil Schwefelpulver und 1 Theil Sägespänen (am besten von harzreichem Holze); bringt man in dieses Gemenge eine Silber- oder Kupfermünze, so schmilzt diese, weil sich leicht schmelzbare Schwefelmetalle (Schwefelsilber und Schwefelkupfer) bilden. Das Knallpulver ist ein Gemisch von 3 Theilen Salpeter, 2 Theilen kohlensaurem Kali und 1 Theil Schwefel, welches in einem Blechlöffel über der Lampe erhitzt, heftig explodirt, indem es durch seine ganze Masse hindurch auf einmal zersetzt wird und grosse Quantitäten Gas sich entwickeln:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Salpeter } 3\ KO,\ NO_5\\ \text{Potasche } 2\ KO,\ CO_2\\ \text{Schwefel } 5\ S\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Stickstoffgas } 3\ N\\ \text{Kohlensäuregas } 2\ CO_2\\ \text{schwefelsaures Kali } 5\ KO,\ SO_3\end{array}\right.$$

7) als Düngemittel in der Landwirthschaft; 8) zur Darstellung vieler chemischer und pharmaceutischer Präparate.

Der Natronsalpeter. Der Natronsalpeter (salpetersaures Natron, kubischer Salpeter, Chilisalpeter NaO, NO_5 findet sich im District Atacama und Tarapaca, nicht weit vom Hafen Yquique in Peru (drei Tagereisen von Conception) in Lagern von wechselnder Dicke (2 bis 3 Fuss) in einer Erstreckung von mehr als 30 Meilen, mit Thon bedeckt. Die Lager bestehen fast ganz aus reinem, trocknen, harten Salz und liegen fast unmittelbar unter der Oberfläche des Erdreiches. An andern Orten in Peru bildet der Natronsalpeter, der über Valparaiso, dem Hauptstapelplatz des in Peru und Chili gewonnenen Salpeters, als Chilisalpeter nach Europa gebracht wird, den Hauptgemengtheil einer sandigen Ablagerung, welche an einzelnen Stellen

bis zur Oberfläche der Erde herauftritt, während sie an anderen Stellen bis zu einer Tiefe von höchstens acht Fuss unter der Bodenfläche liegt. Der ungereinigte Chilisalpeter stellt eine aus krystallinischen Bruchstücken bestehende, meist bräunlich oder gelblich gefärbte, etwas feuchte Masse dar, indessen kommt dieses Salz auch durch Auflösen in Wasser und Eindampfen der Lösung bis zur Trockne ganz oder halb gereinigt in den Handel. Er lässt sich nicht zur Fabrikation des Schiesspulvers benutzen, da er Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, dagegen verwendet man ihn zur Darstellung der Salpetersäure und des Kalisalpeters; in neuerer Zeit hat er in Folge seiner günstigen Wirkung auf das Wachsthum der Halmfrüchte eine wichtige Anwendung in der Agricultur als Düngemittel erhalten.

In dem Chilisalpeter sind kleine Mengen von Jod in Gestalt von Jodnatrium und jodsaurem Natron enthalten, welches sich in den Mutterlaugen, die man beim Reinigen des Chilisalpeters durch Umkrystallisiren erhält, ansammelt. In neuerer Zeit hat man daraus das Jod zu gewinnen gesucht. Grüneberg erhielt aus der Mutterlauge von 1000 Ctr. 36 Loth Jod; E. Reichardt fand in 100 Th. Mutterlauge 0,282 Th. Jod. Da der krystallisirte Chilisalpeter nur Spuren von Jod enthält, während die Mutterlauge sehr reich daran ist, so hat Jacquelain vorgeschlagen, den Chilisalpeter im rohen Zustande, so wie er in Südamerika als Gestein sich findet, nach Europa zu importiren und hier die Reinigung vorzunehmen. Nach L. Krafft enthält ein Kilogr. Rohsalpeter 0,59 Grm. Jod.

Folgende Zusammenstellung zeigt die Grösse der Ausfuhr an Natronsalpeter aus Peru:

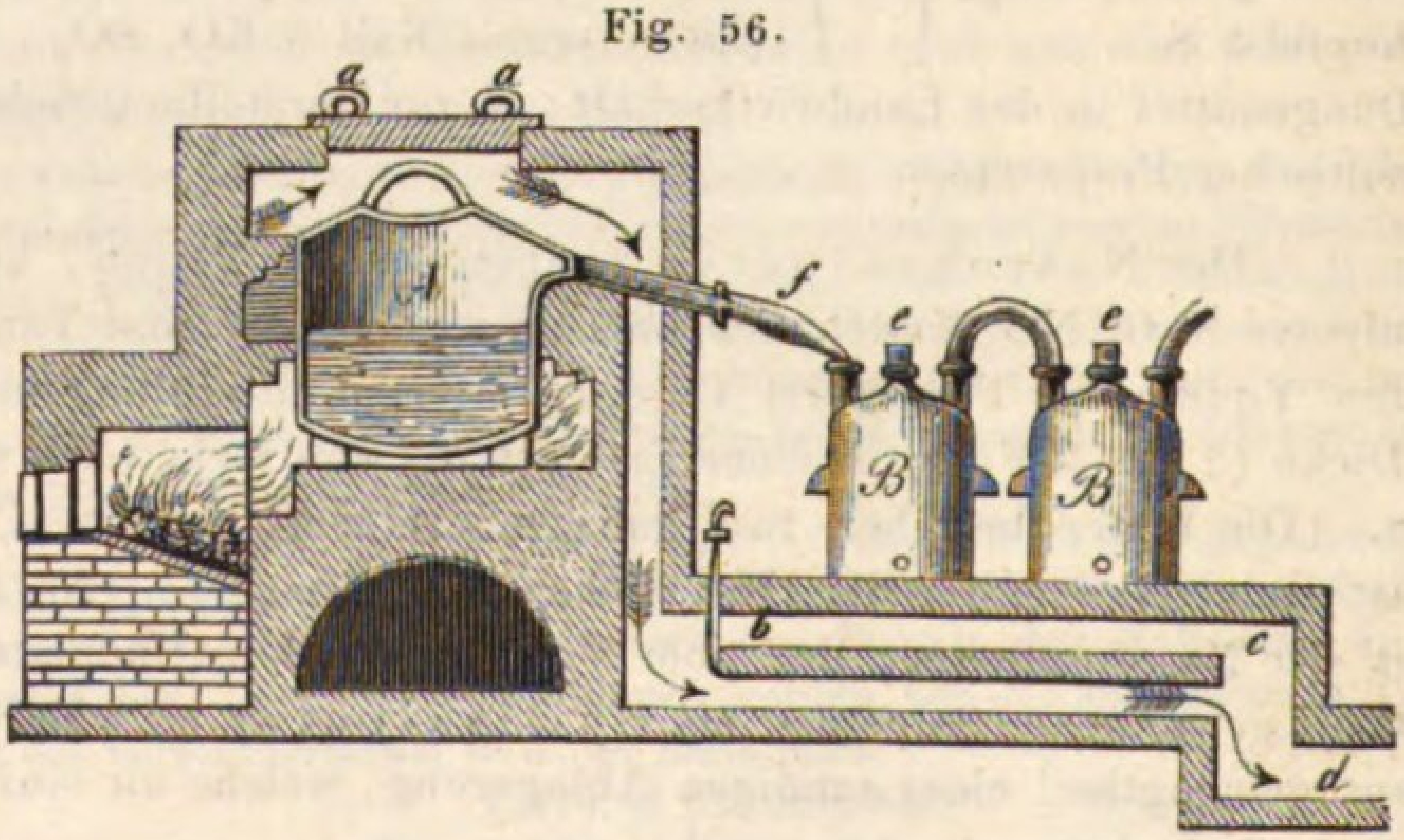
1830	18,700 Ctr.	1850	511,845 Ctr.
1835	140,399 ,,	1853	866,241 ,,
1840	227,362 ,,	1858	1,220,240 ,,
1845	376,239 ,,	1860	1,732,160 ,,

Die Salpetersäure.

Salpetersäure. Gewinnung derselben.

Die Salpetersäure (NO_5, HO) wird durch Erhitzen des Salpeters (Natron- oder Kalisalpeter) mittelst Schwefelsäure und Verdichtung der hierbei sich bildenden Dämpfe erhalten. Sie besteht wie schon bei dem Salpeter erwähnt wurde, aus Stickstoff und Sauerstoff und wird nur in Verbindung mit Wasser angewendet. Im Grossen stellt man die Salpetersäure dar, indem man in einen gusseisernen Kessel *A* (Fig. 56) durch die obere Oeffnung das salpetersaure Salz einführt und mit Hülfe eines Trichters Schwefelsäure auf das Salz giesst, den Kessel verschliesst und durch eine mit Lehm ausgefütterte eiserne Röhre mit dem gläsernen Retortenhalse *f* verbindet, der in die als Vorlage dienende

Fig. 56.



steinerne Flasche *B* einmündet. Die Flasche in *B* steht durch ein Rohr mit andern ähnlichen Flaschen in Verbindung, in welchen die in der ersten Flasche nicht condensirten Dämpfe aufgefangen werden. Der Kessel wird durch den darunter befindlichen Herd erhitzt, der Rauch entweicht durch den Rauchfang *b c d*. Die in den ersten Flaschen enthaltene Säure ist für den Verkauf hinlänglich stark, während die spätern, in welche zur bessern Condensation der Dämpfe Wasser durch die Oeffnung *e* eingegossen worden war, eine schwächere Säure, das gewöhnliche Scheidewasser, enthalten. In einzelnen Fabriken benutzt man zur Destillation der Salpetersäure sogenannte Galeerenöfen, wobei man die Salpetersäure aus gläsernen Retorten destillirt. Beabsichtigt man chemisch reine Salpetersäure zu erhalten, so stellt man die zuerst bei der Destillation übergehende Portion als salzsäurehaltig bei Seite. Die anzuwendenden Mengen betragen bei Anwendung von gewöhnlichem Salpeter auf 30 Pfund dieses Salzes 29 Pfund englische Schwefelsäure, und bei Anwendung von salpetersaurem Natron auf 17 Pfund des Salzes $14^2/_3$ Pfund der Säure. Die auf diese Weise erhaltene Säure ist das erste Hydrat der Salpetersäure; es erscheint als eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit von 1,55 specifischem Gewichte, das bei 80⁰ siedet; in 100 Theilen besteht dieses Hydrat aus 85,7 Th. wasserfreier Salpetersäure und 14,3 Th. Wasser. Die stärkste im Handel vorkommende Säure hat ein specifisches Gewicht von 1,4; man erhält sie, indem man bei Anwendung von 30 Pfund Salpeter und 29 Pfund englischer Schwefelsäure 12 Pfund Wasser in die Vorlage giesst. Die unter dem Namen Scheidewasser vorkommende Säure hat ein specifisches Gewicht von 1,19—1,25; die Säure von 1,35—1,45 führt den Namen doppeltes Scheidewasser.

Das spec. Gewicht der Salpetersäure steht mit seinem Gehalte an NO_5 in folgendem Zusammenhange:

Spec. Gewicht	NO_5 Procente
1,48	74,9
1,46	68,5
1,44	64,5
1,42	61,3
1,40	57,3
1,35	49,4
1,30	41,4
1,25	35,0
1,20	28,6
1,15	22,3
1,10	15,9
1,05	7,9

Reinigung der Salpetersäure. Die käufliche Salpetersäure enthält gewöhnlich Salzsäure; ausserdem ist sie häufig mit Schwefelsäure oder mit Untersalpetersäure verunreinigt; im letztern Falle ist die Säure gelb gefärbt. Die Salzsäure und die Untersalpetersäure lassen sich zum grössten Theile entfernen, indem man die Säure in geeigneten Flaschen im Wasserbade bei 80—90⁰ erhitzt, bis sich keine rothen Dämpfe mehr entwickeln und eine herausgenommene Probe mit salpetersaurem Silberoxyd nur eine Trübung giebt. Die hierbei entweichenden untersalpetersauren Dämpfe lassen sich mit Vortheil bei der Schwefelsäurefabrikation anwenden. Von der Schwefelsäure befreit man die Salpetersäure durch Destillation über salpetersauren Baryt und von den letzten Spuren von Salzsäure durch Destillation über salpetersaures Silberoxyd. Die aus Chilisalpeter dargestellte Salpetersäure ist stets jodhaltig.

Rauchende Salpetersäure. Wenn man auf 50 Th. Salpeter nur 48 Th. Schwefelsäure zur Zersetzung anwendet, so erhält man als Destillat eine rothgelbe Flüssigkeit, die

aus einem Gemenge von Salpetersäure und Untersalpetersäure besteht. Die Flüssigkeit führt den Namen rauchende Salpetersäure. Man kann dieselbe auch auf die Weise erhalten, dass man bei der gewöhnlichen Darstellung der Salpetersäure einen Körper zusetzt, welcher zersetzend auf dieselbe einwirkt, so z. B. Stärkemehl, von welchem man $3^1/_2$ Th. auf 100 Th. Salpeter nimmt.

Theorie der Salpetersäuregewinnung.

Die Salpetersäuregewinnung aus dem Salpeter lässt sich auf folgende Weise deutlich machen. Uebergiesst man ein Aequivalent Salpeter mit einem Aequivalent englischer Schwefelsäure (SO_3, HO), so sollte der Theorie nach die Salpetersäure ausgetrieben werden und es müsste neutrales schwefelsaures Kali zurückbleiben. Der Vorgang ist indess ein anderer. Bei Anwendung gleicher Aequivalente von Salpeter- und Schwefelsäure wird die Hälfte der Salpetersäure zerlegt in Untersalpetersäure und Sauerstoff, erstere mengt sich mit der unzerlegten Salpetersäure und bildet die rothe rauchende Salpetersäure:

$$\text{2 Aeq. salpeters. Kali} \left\{ \begin{matrix} KO,\ NO_5 \\ KO,\ NO_5 \end{matrix} \right. \text{ und 2 Aeq. Schwefelsäure} \left\{ \begin{matrix} SO_3,\ HO \\ SO_3,\ HO \end{matrix} \right.$$

geben

$$\text{2 Aeq. schwefels. Kali} \left\{ \begin{matrix} KO_3,\ SO \\ KO_3,\ SO \end{matrix} \right. \text{ und } \begin{matrix}\text{rauchende Sal-} \\ \text{petersäure}\end{matrix} \left\{ \begin{matrix} NO_5, HO \\ NO_4, HO \end{matrix} \right\} + O.$$

Wendet man zur Zersetzung des Salpeters zwei Aequivalente Schwefelsäure an (30 : 29), so erhält man die sämmtliche Menge der Salpetersäure und in der Retorte bleibt zweifach schwefelsaures Kali zurück:

$$\text{1 Aeq. salpetersaures Kali KO, } NO_5 \text{ und 2 Aeq. Schwefelsäure} \left\{ \begin{matrix} SO_3,\ HO \\ SO_3,\ HO \end{matrix} \right.$$

geben

1 Aeq. zweifach schwefelsaures Kali KO, 2 SO_3, HO und 1 Aeq. Salpetersäure NO_5, HO.

Bereitung der Salpetersäure ohne Destillation.

Kuhlmann empfiehlt den Barytsalpeter, um Salpetersäure ohne Destillation darzustellen, indem man eine concentrirte Lösung des Barytsalpeters mit einer äquivalenten Menge von Schwefelsäure zersetzt. Die vom Barytweiss abgegossene Salpetersäure hat eine Stärke von 10 — 11° B. Man kann sie durch Kochen bis auf 25° B. bringen.

Anwendung der Salpetersäure.

Die Salpetersäure findet Anwendung als Auflösungsmittel für viele Metalle, eine solche Auflösung ist z. B. die des Quecksilbers in Salpetersäure, die von den Hutmachern unter dem Namen Secretage zum Filzen der Haare angewendet wird; sie dient ferner zur Fabrikation der Schwefelsäure, der Oxalsäure, des Dextrins, des Knallquecksilbers, der Schiessbaumwolle, um Seide, Horn, Holz gelb zu färben, und Stahl und Kupfer zu ätzen, zum Gelbbrennen des Messings und der Bronze, zum Färben des Goldes, zur Bereitung der Pikrinsäure und des Nitrobenzols in den Anilinfabriken u. s. w.

Das Schiesspulver und chemische Principien der Feuerwerkerei.

Schiesspulver. Allgemeines.

Das Schiesspulver ist ein gekörntes Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle in bestimmten Verhältnissen. Bei einer Temperatur von 150° und bei der Berührung mit glühenden oder brennenden Körpern entzündet es sich, verbrennt mit einer gewissen Geschwindigkeit und giebt als Verbrennungsprodukte Stickstoff, Kohlensäure oder Kohlenoxydgas und Schwefelkalium. Wenn die Entzündung in einem verschlossenen Gefässe vor sich geht, so erleiden die Wände

durch die grosse Menge der sich entwickelnden heissen Gase einen solchen Druck, dass sie unfehlbar zerreissen würden, wenn nicht, wie in dem Geschütz, die Einrichtung getroffen wäre, dass ein Theil der Wand nachgiebt. Auf diese Weise wird die Kugel nach einer Richtung hin fortgeschleudert. Dabei ist wohl zu beachten, dass nur derjenige Theil der entwickelten Gase zur Wirkung kommt, welcher gebildet wird, so lange die Kugel den Lauf noch nicht verlassen hat; je langsamer also ein Pulver abbrennt, je geringer ist seine Wirkung auf das Projectil.

Fabrikation des Schiesspulvers. Die zur Pulverfabrikation dienenden Materialien müssen von der grössten Reinheit sein, der Salpeter darf keine Chlormetalle, der Schwefel keine schweflige Säure enthalten, deshalb wendet man nie Schwefelblumen, sondern stets Stangenschwefel an. Die grösste Aufmerksamkeit ist auf die Wahl der Kohle zu verwenden. Zur Darstellung der Kohle verwendet man Pflanzen, die eine vorzüglich ausgebildete Bastfaser besitzen, wie Flachs und Hanf. Von Bäumen wählt man mehrjährige Zweige, deren Durchmesser ungefähr 1, 6—3 Zoll beträgt. In dem grössten Theil von Deutschland, Frankreich und Belgien verkohlt man hauptsächlich Faulbaumholz (*Prunus Padus*), aber auch Holz der Pappel, Linde, Erle, Weide, Rosskastanie, in England schwarze Corneliuskirsche und Erle, in Italien nur Hanf, in Spanien Hanf, Flachs, Weinreben, Weiden, Oleander und Taxus, in Oesterreich Hundsbeer-, Haselstrauch oder Erle; diese Vegetabilien eignen sich, wegen ihrer leichten Zerreiblichkeit, am besten zur Pulverfabrikation. Alle die genannten Substanzen geben bei der Verkohlung, die man in Cylindern, die denen der Gasanstalten ähnlich sind, in Gruben, in Kesseln, mittelst erhitzten Wasserdampfes, vornimmt, ungefähr 35 bis 40 Proc. Kohle. Wenn bei der Verkohlung des Holzes die möglichst niedrige Temperatur angewendet worden ist, so erhält man eine röthlich braune, glatte, mit vielen Querrissen versehene Kohle, die Rothkohle (*charbon roux*). Die durch Erhitzen in Cylindern gewonnene Kohle bezeichnet man ziemlich unpassend, zum Unterschied von anderer, durch Verkohlen von Holz in Gruben erhalten, mit dem Namen destillirter Kohle.

Reiben und Mengen der Materialien. Die mechanische Bereitung des Schiesspulvers zerfällt in:

1) das Pulverisiren der Materialien; 2) das Mischen derselben; 3) das Anfeuchten des Pulversatzes; 4) das Verdichten desselben; 5) das Körnen und Sortiren des Pulvers; 6) das Poliren desselben; 7) das Trocknen und 8) das Ausstäuben des Pulvers.

Das Pulverisiren der Materialien. Das Pulverisiren oder Zerkleinern der Materialien kann auf dreierlei Weise geschehen, entweder

a) durch die Pulverisirtrommeln, oder
b) durch Walzmühlen, oder endlich
c) durch Stampfmühlen.

a) das Zerkleinern der Materialien mit Hülfe der Pulverisirtrommeln wurde zuerst am Ende des vorigen Jahrhunderts in Folge des ausserordentlichen Bedarfs an Schiesspulver durch die französischen Revolutionskriege angewendet. Es eignet sich dieses Verfahren (Revolutionsverfahren) sehr gut zum Pulverisiren der Pulverbestandtheile, indem es bequem ist, fördert und keinen Staub erzeugt. Die dazu angewendeten Trommeln bestehen aus zwei starken Holzscheiben, welche durch Bretter zu einem hohlen Cylinder verbunden sind. Im Innern befinden sich vorspringende Leisten, durch welche die herabfallenden Kugeln aufgehalten werden. Die Trommel ist inwendig mit Leder überzogen. Man bringt die zu pulverisirende Substanz mit einer gewissen Anzahl bronzener Kugeln von $^1/_4$ Zoll Durchmesser in die Trommel, die auf einer Axe ruht, und um dieselbe drehbar ist.

Man pulverisirt nun Kohle und Schwefel (jeden dieser Körper für sich), da der in Gestalt von Salpetermehl erhaltene Salpeter schon die nöthige Feinheit besitzt.

b) Die Zerkleinerung durch Walzmühlen mit vertical auf einem Bodensteine umlaufenden schweren Walzen ist gegenwärtig sehr gebräuchlich.

c) Die Zerkleinerung durch Stampfmühlen geschieht gegenwärtig nur noch in kleineren Fabriken. Die Stampfen, von denen in der Regel 10—12 in einer Reihe nach einander durch eine Daumenwelle gehoben werden, sind von Holz (Ahorn- oder Weissbuchenholz) und mit einem Schuh aus Bronze versehen. Die Stampfen haben bei einer Länge von 8 Fuss ein Gewicht von ungefähr 1 Ctr. und machen in der Minute 40 bis 60 Stösse. Die Stampflöcher sind in einem Troge von Eichenholz (dem Grubenstock) birnenförmig ausgemeisselt. In jedem Loche stampft man 16 bis 20 Pfund Substanz auf einmal. In der Schweiz wendet man anstatt der Stampfen Hämmer an.

Das Mengen der Materialien und das Anfeuchten des Satzes.

Das Mengen der gepulverten Materialien geht in den Mengtrommeln vor sich, welche sich von den Pulverisirtrommeln dadurch unterscheiden, dass sie aus Leder bestehen. Das Mengen dauert mit 200 Pfund Satz und 300 Pfund Bronzekugeln etwa 3 Stunden bei 10 Umdrehungen in der Minute. In den Fabriken, in denen man Walzmühlen oder Stampfmühlen anwendet, schliesst sich das Mengen sofort an das Pulverisiren an. Der Satz wird mit 1—2 pCt. Wasser befeuchtet, was gewöhnlich durch eine an der Axe der Walze angebrachte und mit einem Ventil versehene Giessvorrichtung bewerkstelligt wird. Eine salbenähnliche Beschaffenheit deutet die Vollendung des Mengens an. Man verbindet zuweilen das Pulverisiren der Kohle und des Schwefels in Trommeln mit dem Mengen des Satzes in Walzmühlen.

Bei Anwendung von Stampfmühlen werden Schwefel und Kohle, welche vorher für sich durch 1000 Stösse zerkleinert worden sind, mit dem Salpeter gemischt und eine Zeit lang bearbeitet. Nach 2000 und später nach 4000 Stössen wird der Inhalt der Stampflöcher ausgewechselt, es werden wieder 4000 Stösse gegeben u. s. f., bis nach Verlauf von elf Stunden 40,000 Stösse gegeben worden sind. Man wiederholt das Auswechseln des Inhalts 6—8 mal.

Dort, wo man sich der Trommeln zum Mengen der Materialien bedient, folgt auf das Mengen die Operation des Anfeuchtens. Zu diesem Zwecke kommt der trockne Satz aus den Trommeln in einen hölzernen Kasten, über welchem sich ein siebähnlich durchlöchertes Rohr befindet, durch welches von Zeit zu Zeit der Satz mit Wasser besprengt wird, bis derselbe, wobei mit einem Holzspatel wiederholt umgerührt wird, 8—10 Proc. Wasser enthält.

Das Verdichten des Satzes.

Wenn, wie erwähnt, in den Stampfmühlen das Verdichten mit dem Mengen zusammenfällt, so ist bei Anwendung von Trommeln und Walzmühlen eine besondere Operation, das Verdichten des Satzes nothwendig. In den französischen und preussischen Pulvermühlen geschieht die Verdichtung durch Zusammenpressen des Satzes zwischen zwei Walzen von 2 Fuss Durchmesser, von welchen die untere von Holz, die obere von Bronze ist. Zwischen beiden Walzen bewegt sich ein Tuch ohne Ende, auf welches an der einen Seite der befeuchtete Satz gelegt wird. Auf der anderen Seite kommt derselbe als Pulverkuchen von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll Dicke und dem Ansehen und fast der Härte des Thonschiefers heraus.

Die Operation des Verdichtens ist für die Eigenschaften des Pulvers von grosser Wichtigkeit. Je stärker der dabei angewendete Druck ist, desto mehr wirksame Bestandtheile, bis zu einer gewissen Grenze, befinden sich in einem bestimmten Volumen und desto grösser ist die bei der Zersetzung entwickelte Gasmenge. Je grösser die Zusammenpressung ist, desto langsamer zersetzt sich das Pulver, desto niedriger ist die Temperatur und demnach auch die

Ausdehnung der Gase. War das Pulver dagegen nur einem sehr schwachen Drucke ausgesetzt, so wird das Pulver in seiner ganzen Masse plötzlich zersetzt und wirkt explodirend.

Das Körnen des Pulverkuchens und des Sortiren des Pulvers.

Das Körnen des Pulverkuchens geschieht entweder

1) durch Siebe, oder
2) durch Walzen (Congreve'sche Methode), oder
3) nach dem Verfahren von Champy.

Die Körnmethode in Sieben geschieht auf folgende Weise: Die Siebe selbst bestehen aus runden hölzernen Rahmen, zwischen welchen mit Löchern versehenes Pergament eingespannt ist. Die Löcher haben verschiedene Dimensionen.

Man unterscheidet die Siebe je nach der Grösse ihrer Löcher und dem Zwecke, wozu sie gebraucht werden, als Schrotsiebe, welche zum Zerbröckeln oder Schroten des verdichteten Pulverkuchens dienen; es wird ein Läufer (eine linsenförmige Scheibe) aus hartem Holz (Guajakholz, Vogelbeer- oder frisches Eichenholz) auf das Sieb gelegt und letzteres und der Läufer durch Schütteln bewegt. Durch die zweite Art der Siebe, das Kornsieb, wird dem geschroteten Pulver die erforderliche Grösse des Kornes ertheilt; durch die dritte Art endlich, das Sortir- oder Staubsieb, werden die gleich grossen Körner von den übrigen und der Staub von dem gekörnten Pulver gesondert. Man wendet in deutschen und französischen Fabriken häufig die Körnmaschine von Lefebre mit acht Sieben an, die in einen achteckigen Holzrahmen eingesetzt sind.

Die Congreve'sche Körnmaschine besteht aus drei Paar Messingwalzen von 2 Fuss Länge und 6 Zoll Durchmesser, welche mit 3 Linien hohen, flachen, vierseitigen Pyramiden (sogenannten Diamantspitzen) versehen sind. Die obersten Walzen sind grobzähniger als die anderen. Der geschrotete Pulverkuchen wird dem obersten Walzenpaare durch ein Tuch ohne Ende zugeführt. Die Art der Beschickung des Tuches ist eigenthümlich: der Boden des viereckigen Kastens, in welchem der Pulverkuchen sich befindet, kann nämlich nach Art eines Kolbens sich senken und heben; nachdem dieser Kasten mit verdichtetem Pulverkuchen gefüllt ist, steigt der Boden, durch die Maschine in Bewegung gesetzt, langsam aufwärts und lässt aus einer seitlichen Oeffnung die Pulvermasse gleichmässig auf das Tuch fallen. Indem das geschrotete Pulver zwischen den Walzen hindurchgeht, wird es gekörnt und fällt dann auf zwei Systeme von Sieben aus Drahtgeflecht, welche durch die Maschine, welche sie fortbewegt, zugleich eine rüttelnde Bewegung erhalten. Unter den Walzenpaaren liegt ein langes, geneigtes Sieb, dessen Maschen so eng sind, dass sie das Kanonenpulver nicht, wol aber das Musketenpulver und den Staub hindurchlassen. Unter ihm in paralleler Lage befindet sich ein zweites feines Sieb, welches nicht das Musketenpulver, sondern nur den Staub hindurchfallen lässt. Unter diesem endlich liegt ebenfalls geneigt der Boden des Siebapparates, auf welchem der Staub sich ansammelt.

Die Quantität des Staubes ist bei der Congreve'schen Körnmaschine verhältnissmässig eine geringe, da durch diese Maschine nur eine zerbröckelnde, aber keine zerknirschende Wirkung auf den Pulverkuchen ausgeübt wird.

Das Verfahren von Champy. In der ersten französischen Revolution machte sich das Bedürfniss eines schnelleren Verfahrens der Darstellung des Pulvers und vorzugsweise der Operation des Körnens fühlbar. Man erreichte ein schnelleres Körnen und zugleich ein rundes Pulver durch das Verfahren von Champy. Der dabei angewendete Apparat besteht in einer hölzernen Trommel, durch deren hohle Axe ein mit feinen Löchern versehenes Kupferrohr mitten in der Trommel mündet. Durch die Brause strömt Wasser als ein feiner Regen in den Pulversatz. Die Trom-

mel wird um ihre Axe bewegt. Jedes Wassertröpfchen bildet den Mittelpunkt eines Pulverkornes, welches unablässig in dem feuchten Pulversatze sich herumbewegt und sich auf diese Weise abrundet und durch concentrische Schichten einem Schneeball ähnlich sich vergrössert. Das Rotiren der Trommel wird eingestellt, sobald die Körner die erforderliche Grösse erreicht haben. Die Körner sind fast vollkommen kugelförmig, aber nicht von gleicher Grösse. Durch Sieben sortirt man die Körner von einander und von dem Staube. Die zu grossen Körner werden aufs Neue pulverisirt. Die zu feinen Körner wendet man dagegen bei der nächsten Operation an, welches, indem es den Kern bildet, sehr leicht grössere Körner giebt.

Nach dem Berner Verfahren stellt man runde Pulverkörner dar, indem man das gekörnte eckige Pulver in Barchentsäcken sich drehen lässt, wodurch die eckigen Körner sich abrunden und zugleich glätten. Durch diese Methode wird ein grosser Theil des Pulvers in Staub verwandelt.

Das Poliren des gekörnten Pulvers.

Das Poliren, Glätten oder Schleifen des gekörnten Pulvers hat zum Zweck, nicht nur die Körner von allem Staub zu befreien, sondern deren Oberfläche zu glätten. Zu diesem Behufe bringt man etwa 4 Centner gekörntes Pulver in eine Trommel, wie sie zum Pulverisiren der Materialien und zum Mengen des Pulversatzes angewendet wird, und lässt die Trommel, natürlich ohne Kugeln und Leisten einige Stunden sich langsam um ihre Axe drehen.

In anderen Ländern bedient man sich zum Glätten des Pulvers länglicher Tonnen (Rollfässer), welche mit Hülfe einer durch die Axe gehenden Welle umgedreht werden können. Man vermehrt die Reibung der Pulverkörner dadurch, dass in dem Fasse in der Richtung der Axe viereckige Stäbe angebracht sind. Der in Holland gebräuchliche Zusatz von Graphit während des Polirens ist nachtheilig, indem er die Leichtentzündlichkeit auf Kosten des Glanzes verringert.

Trocknen des Pulvers.

In kleinen Pulvermühlen setzt man das Pulver, in dünne Schichten ausgebreitet, zum Trocknen der Luft oder der Sonnenwärme aus, auch bedient man sich daselbst eines in der Mitte des Trockenraumes stehenden Ofens, welcher im Zimmer selbst geheizt wird, während das Pulver auf Horden an den Wänden ausgebreitet liegt. In grösseren Pulverwerken wendet man künstliche Trocknungsmethoden an.

Es ist für die Qualität des Pulvers wichtig, dass das Trocknen nur langsam geschehe, ausserdem treten von zu schnellem Trocknen noch folgende Nachtheile ein:

a) es zieht sich aus dem Pulver, besonders wenn dasselbe sehr feucht und nicht polirt ist, mit dem entweichenden Wasser Salpeter auf die Oberfläche und die Körner backen sehr zusammen;

b) es entstehen durch den entweichenden Wasserdampf Kanäle in den Körnern, welche deren Dichte verringern und eine grössere Oberfläche hervorbringen, demnach auch die Ursache einer grösseren Hygroskopie werden;

c) ein schnell getrocknetes Pulver liefert mehr Abgang beim Ausstäuben.

Aus diesen Gründen wird selbst in Pulverwerken, in denen künstliche Trocknungsmethoden angewendet werden, das Pulver vorher in luftigen und warmen Räumen einer kurzen Lufttrocknung unterworfen.

Ausstäuben des getrokneten Pulvers.

In einigen Fabriken wird das Pulver nach beendigter Trocknung in der erwähnten Trommel nochmals eine kurze Zeit polirt. In anderen und zwar in den meisten Fabriken lässt man das zweite Poliren weg und beschliesst mit dem Ausstäuben die Fabrikation des Pulvers. Diese Operation geht in schräg aufgehängten Säcken oder Schläuchen von Zwillich vor sich, welche durch eine einfache Vorrichtung in rüttelnde Bewegung versetzt werden, wodurch der Staub durch die feinen Oeffnungen des Zwillichs geht, das Pulver aber in einen Kasten fällt. Der Abgang beim Ausstäuben beträgt ungefähr 0,143 Procent vom Gewichte des ange-

wendeten Pulvers; er ist reicher an Kohle als das Schiesspulver und darf daher nicht zu neuem Satze hinzugegeben werden.

Eigenschaften des Pulvers. Ein gutes Pulver muss, ausser der zweckmässigen Zusammensetzung, gewisse physikalische Eigenschaften haben, aus welchen man einen Schluss auf seine Güte ziehen kann. Diese Eigenschaften sind folgende: 1) Es muss schieferfarbig (blaugrauschwarz) sein; eine blos bläulichschwarze Farbe deutet auf ein zu grosses Verhältniss an Kohle, eine zu schwarze Farbe auf vorhandene Feuchtigkeit. Wurde bei der Fabrikation anstatt der schwarzen Kohle Röstkohle (*charbon roux*) angewendet, so hat das Pulver eine bräunlichschwarze Farbe; 2) es darf nicht glänzend polirt sein: einzelne schimmernde Punkte auf der Oberfläche deuten auf Salpeter, der sich dort durch Krystallisation ausgeschieden hat; 3) die Körner müssen nahezu gleiche Grösse haben, wenn das Pulver nicht absichtlich ein Gemenge von zweierlei Sorten ist; 4) die Körner müssen beim Drücken in der Hand gleichsam knirschen; sie müssen so fest sein, dass sie sich mit den Fingern in der flachen Hand nicht leicht zerreiben lassen; 5) die Körner müssen nach dem Zerdrücken einen unfühlbaren Staub bilden; scharfe Theile, die durch das Gefühl darin unterschieden werden, deuten auf nicht hinlänglich fein gepulverten Schwefel; 6) das Pulver darf nicht abfärben, wenn man es über den Handrücken oder über Papier rollen lässt, sonst enthält es Mehlpulver oder zu viel Feuchtigkeit; 7) ein kleines Häufchen Pulver auf weissem Papier entzündet muss schnell verbrennen, ohne einen Rückstand zu hinterlassen und ohne das Papier zu entzünden; schwarze Flecken deuten auf zu viel oder schlecht gemengte Kohle; sieht man nach dem Abbrennen des Pulvers auf dem Papier gelbe Streifen, so ist dasselbe mit dem Schwefel der Fall; bleiben keine Körner zurück, so ist das Pulver nicht gut gemengt; lassen sich diese Körner nicht weiter entzünden, so enthält es unreinen Salpeter, ein Fall, der gegenwärtig kaum noch vorkommt; brennt das Pulver endlich Löcher in das Papier, so ist es feucht oder von sehr untergeordneter Qualität.

Dass Pulversorten von gleichem kubischen Gewichte nicht gleiches specifisches Gewicht haben, lehrt nach Werther folgende Tabelle. Es hatten:

	1 Kubikfuss (preuss.) in Pfunden	Spec. Gewicht.
Geschützpulver von Neisse (ordin.)	60	1,77
„ „ „ (neue Fabrik)	60	1,67
„ „ Berlin (neue Fabrik)	60	1,63
„ „ Russland (ord.)	$60^5/_{16}$	1,56
„ „ Bern (Nr. 6)	$59^3/_8$	1,67
Gewehrpulver von Berlin (neue Fabrik)	60	1,63
„ „ Bern (Nr. 4)	$60^5/_8$	1,67
„ „ Hounslow	59	1,72
Pürschpulver von Berlin (alte Fabrik)	62	1,77
„ „ Le Bouchet	$59^1/_4$	1,87
Sehr grobkörn. Pulver, niederländisch (ord.)	$60^3/_{16}$	1,87
„ „ „ österreichisches	$64^3/_8$	1,72

Das Pulver kann über 14 Proc. Feuchtigkeit aus der Luft absorbiren. Hat es nicht mehr als 5 Procent absorbirt, so erhält es durch das Trocknen seine frühere Wirksamkeit wieder; enthält es aber mehr Feuchtigkeit, so verliert es die Eigenschaft rasch zu verbrennen und beim Trocknen überziehen sich die einzelnen Körner mit einer Salpeterkruste, wodurch die gleichförmige Mischung und folglich auch die

Wirksamkeit des Pulvers leidet. Selbst gutes, anscheinend trocknes Pulver enthält wenigstens 2 Procent Wasser.

Das Pulver lässt sich durch Stoss und Temperaturerhöhung entzünden. In Bezug auf die Entzündlichkeit des Schiesspulvers durch Schlag und Stoss hat man gefunden, dass am leichtesten durch den Schlag von Eisen auf Eisen, von Eisen auf Messing, von Messing auf Messing eine Entzündung vor sich gehe, minder leicht von Blei auf Blei, von Blei auf Holz, am wenigsten leicht von Kupfer auf Kupfer oder von Kupfer auf Bronze. Wird trocknes Pulver schnell einer Temperatur von 300°C. ausgesetzt, so verpufft es. Ganz dasselbe geht vor sich, wenn auch nur an einem kleinen Theile eines Pulverquantums die nöthige Temperaturerhöhung bewirkt wird, wie es der Fall ist bei der Berührung mit der Lunte oder dem glühenden Stahlstückchen des Feuerstahls oder endlich der Flamme des explodirenden Knallquecksilbers. Es wird gegenwärtig als ausgemacht angesehen, dass unter den Pulverbestandtheilen die Kohle zuerst Feuer fängt und darauf die Entzündung auf die übrigen Materialien überträgt.

Was die zuerst von Hearder beobachtete Nichtentzündlichkeit des Pulvers unter dem Recipienten einer Luftpumpe durch einen glühend gemachten Platindraht betrifft, so hat Schrötter gefunden, dass Schiesspulver, welches sich im Vacuum der Luftpumpe befindet, mit der Spirituslampe rasch erhitzt, immer explodirt.

Zusammensetzung des Schiesspulvers. Das Schiesspulver besteht ziemlich genau aus gleichen Aequivalenten salpetersaurem Kali und Schwefel, und 3 Aequivalenten Kohle, demnach in 100 Theilen aus:

74,84 Salpeter,
11,84 Schwefel,
13,32 Kohle (Nr. I.).

Mit dieser Zusammensetzung stimmt die der besten Jagd- und Flintenpulver überein. Die ordinären oder Sprengpulver enthalten auf gleiche Aequivalente Salpeter und Schwefel 6 Aequivalente Kohle, mithin in 100 Theilen:

66,03 Salpeter,
10,45 Schwefel,
23,52 Kohle (Nr. II.).

Produkte der Verbrennung. Bunsen und Schischkoff fanden ein Jagd- und Scheibenpulver zusammengesetzt aus:

Salpeter		78,99
Schwefel		9,84
Kohle	Kohlenstoff	7,69
	Wasserstoff	0,41
	Sauerstoff	3,07
	Asche	Spuren
		100,00

Der Pulverrückstand bestand aus

schwefelsaurem Kali	56,62
kohlensaurem Kali	27,02
unterschwefligsaurem Kali	7,57
Schwefelkalium	1,06
Kalihydrat	1,26
Schwefelcyankalium	0,86
Salpeter	5,19
Kohle	0,97
kohlensaurem Ammoniak, Schwefel	Spuren
	100,55

Aus dieser Analyse folgt, dass der Pulverrückstand wesentlich aus schwefelsaurem und kohlensaurem Kali und nicht, wie bisher allgemein angenommen wurde, aus Schwefelkalium besteht. Für den Pulverdampf wurde folgende Zusammensetzung gefunden:

schwefelsaures Kali	65,29
kohlensaures Kali	23,48
unterschwefligsaures Kali	4,90
Schwefelkalium	—
Kalihydrat	1,33
Schwefelcyankalium	0,55
Salpeter	3,48
Kohle	1,86
Ammoniaksesquicarbonat	0,11
Schwefel	—
	100,00

Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass der Pulverrauch im Wesentlichen die Zusammensetzung des Pulverrückstandes besitzt, dass darin der Schwefel und Salpeter des Pulvers etwas vollständiger zu schwefelsaurem Kali verbrannt sind und statt des fehlenden Schwefelkaliums kohlensaures Ammoniak auftritt.

Die gasförmigen Verbrennungsprodukte zeigen folgende Zusammensetzung in 100 Raumtheilen:

Kohlensäure	52,67
Stickstoff	41,12
Kohlenoxyd	3,88
Wasserstoff	1,21
Schwefelwasserstoff	0,60
Sauerstoff	0,52
Stickoxydul	—
	100,00

Die festen Verbrennungsprodukte (Rückstand und Rauch), die sich bei vorstehenden Gasen bildeten, bestanden aus

schwefelsaurem Kali	62,10
kohlensaurem Kali	18,58
unterschwefligsaurem Kali	4,80
Schwefelkalium	3,13
Schwefelcyankalium	0,45
salpetersaurem Kali	5,47
Kohle	1,07
Schwefel	0,20
Ammoniaksesquicarbonat	4,20
	100,00

Die Umsetzung, welche das Schiesspulver beim Abbrennen erleidet, lässt sich durch folgendes Schema ausdrücken:

1 Grm. Pulver giebt verbrannt:

Salpeter		0,789
Schwefel		0,098
Kohle	C	0,076
	H	0,004
	O	0,030

Rückstand 0,680:

	Grm.
KO, SO_3	0,422
KO, CO_2	0,126
KO, S_2O_2	0,032
KS	0,021
KC_2NS_2	0,003
KO, NO_5	0,037
C	0,007
S	0,001
$2\,NH_4O, 3\,CO_2$	0,028

Gase 0,314:

	Grm.		Kubikcentim.
N	0,099	=	79,40
CO_2	0,201	=	101,71
CO	0,009	=	7,49
H	0,0002	=	2,34
SH	0,0018	=	1,16
O	0,0014	=	1,00
			193,10

Zusammen 0,994

Das Schiesspulver ist durch keine andere bekannte Substanz zu ersetzen, da andere ähnliche Stoffe, wie Knallquecksilber, chlorsaures Kali u. s. w. zu schnell explodiren und das Geschütz unfehlbar zertrümmern, andere Stoffe, wie die Schiessbaumwolle, unter den Zersetzungsprodukten Wasser und salpetrige Säure erzeugen, die auf die Wände des Geschützes und auf den nachfolgenden Schuss von grossem Einflusse sind.

Neue Sprengpulver. Unter dem Namen Pyronone ist kürzlich ein neues Sprengpulver aufgetaucht, welches aus 52,5 Th. Natronsalpeter, 20 Th. Schwefel und 27,5 Th. Gerberlohe besteht. Es ist weit billiger als das gewöhnliche Sprengpulver, ob auch wirksamer, ist zu bezweifeln.

Das unter der Bezeichnung Lithofracteur in Belgien angewendete weisse Sprengpulver ist eine explosive Substanz, welche sich dem Pyroxylin an die Seite stellt. — Das Sprengpulver von Callou ist ein Gemenge von Kalichlorat und Operment.

Pulverprobe. Um die Kraft des Schiesspulvers zu messen, die bei gleichen Bestandtheilen von der mechanischen Bearbeitung abhängig ist, bedient man sich der Probemörser, der Stangenprobe, der Hebelprobe, der Pendelprobe und des Chronoskops. Ersterer besteht aus einem bronzenen Mörser, der eine Kugel von $58^6/_{10}$ Pfund (29,4 Kilogramm) unter einem Winkel von 45° durch eine Ladung von 92 Gr. des Pulvers fortschleudert. Die Bohrung des Mörsers hat 191 Millimeter im Durchmesser und 239 Millimeter Tiefe. Das Pulver muss die Kugel 225 Meter weit schleudern. Sehr gutes Pulver trägt 250, ja 260 Meter weit. Die Stangenprobe besteht aus einem vertikal liegenden Mörser, der durch 22—25 Gr. Pulver ein Gewicht von 5 Pfunden hebt, das sich zwischen gezähnten Stangen bewegt. Aus der Höhe, bis zu welcher das Gewicht gehoben wird, lässt sich auf die Güte des Pulvers ein Schluss ziehen.

Bei der Hebelprobe giebt die Grösse der Reactionsbewegung den Maassstab der Kraftäusserung des zu probirenden Pulvers. An einem Winkelhebel, dessen Arme senkrecht auf einander stehen, befindet sich an dem Ende des bei der Anwendung horizontal stehenden Armes ein kleiner Böller, der mit 30 Graden Pulver geladen und darauf mit Hülfe eines eingesetzten Stupinenfadens entzündet wird. Durch die Reactionskraft des ausströmenden Gases wird der Böller mit seinem Arme nach abwärts gedrückt, der andere Arm dagegen mit dem daran befindlichen Gegengewichte gehoben und zwar um so mehr, je stärker das Pulver ist. Ein kleiner Steller an dem äussersten Endpunkte des ersten Hebelarmes gleitet während seiner Bewegung nach abwärts an den Zähnen eines vertical dagegen stehenden Bogens und verhindert das Zurückgehen des Hebels in seine alte Lage. Das Mittel von vier Schüssen wird als das erforderliche Maass der Stärke des Pulvers angesehen. Bei der Hebelprobe soll

Sprengpulver	22	Grade
Stückpulver	60	,,
Scheibenpulver	130	,,
Musketenpulver	80	,,

schlagen.

Bei der Pulverprobe von Regnier (*éprouvette à main de Regnier*), welche vorzüglich in Frankreich zur Prüfung des Jagdpulvers Anwendung findet, wird die Wirkung, sowol die vor- als rückwärts wirkende, des Pulvers auf eine Elasticität einer Stahlfeder ausgeübt. An der zweischenkeligen freihängenden Stahlfeder ist die kleine Kanone so befestigt, dass sie sich mit der Mündung an das Ende des einen Schenkels, mit der Traube dagegen an ein mit dem anderen Schenkel fest verbundenes, hakenförmiges Querstück von Eisen stützt. Es ist mithin die Gesammtkraft des sich zersetzenden Pulvers in Wirksamkeit, beide Schenkel einander zu nähern, indem der eine Schenkel durch die vorwärts wirkende Kraft, der andere durch die Reactionskraft bewegt wird. Der Grad dieser Annäherung wird an einem mit Läufen versehenen Gradbogen abgelesen. Gewöhnliches Jagdpulver zeigt an diesem Instrumente 12°, das feinste aber 14°.

Die Pendelprobe oder das ballistische Pendel (*pendule ballistique*) hat zweierlei Einrichtung, entweder wird dabei die Grösse der Reactionsbewegung in Graden an einem Bogen gemessen, welche ein pendelartig aufgehängter Kanonenlauf beim Abfeuern zeigt, oder auch die Wirkung der Kugel auf den als Pendel aufgehängten Kugelfang beobachtet.

In der sogenannten hydrostatischen Pulverprobe ist eine kleine Kanone senkrecht auf einem Schwimmer befestigt. In Folge der Reactionsbewegung wird letzterer bis zu einer gewissen Tiefe in das Wasser eingetaucht. Man drückt die Tiefe in Graden aus.

Auch das elektromagnetische Chronoskop hat man zur Ermittlung der Geschwindigkeit von Geschossen angewendet. Mit Hülfe dieses Apparates misst man die Zeit, und somit die Geschwindigkeit, welche die Kugel braucht, um einen bestimmten Weg zurückzulegen, dadurch, dass die Kugel in dem Momente, wo sie den Lauf verlässt, den Schlussdraht einer elektromagnetischen Kette zerreist, wodurch der Zeiger einer Uhr in Bewegung gesetzt wird, während durch den Aufschlag der Kugel auf die Fangplatte die Kette geschlossen und dadurch die Uhr arretirt wird. Aus dem Wege, welchen inzwischen der Zeiger zurückgelegt hat, lässt sich die Zeit ablesen.

Analyse des Schiesspulvers. Die Analyse des Schiesspulvers wird auf die Weise vorgenommen dass man aus einer gewogenen Menge des bei 80—90° getrockneten Schiesspulvers den Salpeter mit Wasser auszieht, den aus Kohle und Schwefel bestehenden Rückstand wägt, denselben mit schwefligsaurer Natronlösung kocht, wodurch der Schwefel unter Bildung von unterschwefliger Säure entfernt wird, und das Gewicht der zurückbleibenden Kohle bestimmt. Genauer geschieht die Bestimmung des Schwefels und der Kohle, wenn man 1,5—2 Gr. des getrockneten Pulvers mit Salpetersäure unter Zusatz von etwas chlorsaurem Kali bis zum vollständigen Verschwinden des Pulvers, d. h. bis zur vollständigen Oxydation des Schwefels und der Kohle erhitzt, aus der mit Wasser verdünnten Lösung die Schwefelsäure mittelst Chlorbarium fällt und aus der Quantität des schwefelsauren Baryts (y) die Menge des Schwefels (x) berechnet:

$$116{,}6 : 16 = y : x$$

Die Quantität der Kohle ergiebt sich aus dem Verlust.

Weisses Schiesspulver. Vor ungefähr 15 Jahren ist von Augendre eine neue Art Schiesspulver, als weisses Pulver zusammengesetzt worden. Dasselbe besteht aus gelbem Blutlaugensalz, chlorsaurem Kali und Rohrzucker, und entzündet sich sowol als feiner Staub, wie im gekörnten Zustande bei Berührung mit rothglühenden Körpern oder mit der Flamme. Durch Reibung zwischen polirten Körpern entzündet es sich nicht, eben so wenig durch Schlag von Holz auf Holz oder von Holz auf Metall. Es hat vor dem gewöhnlichen Schiesspulver folgende Vorzüge: Es besteht aus unveränderlichen Substanzen und kann daher durch Abwägen der Bestandtheile immer von derselben Beschaffenheit erhalten werden. Seine Bestandtheile sind an der Luft unveränderlich. Die Fabrikation erfordert wenig Zeit. Die Kraft des Pulvers ist weit grösser; man kann in demselben Raume mehr Schüsse unterbringen. Endlich hat es noch den Vorzug, dass der Staub dieselbe Wirkung hat wie das gekörnte Pulver; man kann daher das Körnen ersparen. Als Schattenseiten des neuen Pulvers werden angeführt: Es oxydirt die eisernen Läufe stark, wodurch sich sein Gebrauch auf Bronzeläufe und zum Füllen der hohlen Projectile beschränkt. Es ist viel leichter entzündlich als das gewöhnliche Schiesspulver, indessen nicht so leicht wie andere Gemische mit chlorsaurem Kali. Vor Allem möchte aber der hohe Preis die Anwendung des neuen Pulvers untersagen.

J. J. Pohl hat (1861) das neue Pulver genau untersucht und als das beste quantitative Mischungsverhältniss ermittelt ein Gemenge aus

28 Th. Blutlaugensalz,
23 „ Rohrzucker,
49 „ chlorsaurem Kali,

welches ein sehr gut abbrennendes Pulver liefert und nahezu dem Verhältnisse

1 Aeq. $Cfy\,K_2$, 3 HO,
1 „ $C_{12}\,H_{11}\,O_{11}$,
3 „ KO, $Cl\,O_5$

entspricht, welches in 100 Th. 28,17 Th. Blutlaugensalz, 22,78 Th. Rohrzucker und 49,05 Th. chlorsaures Kali enthält. Ueber die Verbrennungsprodukte dieses Schiesspulvers ist um so weniger ohne genaue Analysen etwas Bestimmtes zu sagen, als das Abbrennen im Freien oder im geschlossenen Raume, sowie rasch oder absichtlich verlangsamt, von Einfluss auf die Art der Zerlegung sein werden. Nimmt man hierbei möglichste Zerlegung an, so könnte die Zersetzung nach folgendem Schema vor sich gehen:

100 Theile Pulver liefern

Stickstoff	1,865 Th.
Kohlenoxyd	11,192 ,,
Kohlensäure	17,587 ,,
Wasser	16,788 ,,
Summa der gasförmigen Produkte	47,442 Th.

Ferner

Cyankalium	17,385 Th.
Chlorkalium	29,840 ,,
Kohleneisen ($Fe\,C_2$)	5,333 ,,
Summa der nicht flüchtigen Theile	52,588 Th.

Auf Raumtheile bezogen, lieferten hingegen 100 Th. bei 0° C. und 760 Millimeter Barometerstand:

Stickstoff	1927,0 Cubikcentim.
Kohlenoxyd	8942,9 ,,
Kohlensäure	8942,9 ,,
Wasserdampf	20867,6 ,,
	40680,4 Cubikcentim.

Die Verbrennungstemperatur berechnet man zu 2604,5°, somit beträgt die Menge der gelieferten Gase 431162 Cubikcentim.

Ein zweites weisses Schiesspulver, welches neuerdings von Uchatius empfohlen wurde, ist im Wesentlichen nichts anderes als Nitrostärke oder Xyloïdin. —

Feuerwerkerei, chemische Principien derselben.

Chemische Principien der Feuerwerkerei. Unter dem Namen Feuerwerkssätze versteht man in der Artillerietechnik und in der Lustfeuerwerkerei gewisse Mischungen von brennbaren Körpern wie Kohle, Schwefel u. s. w., mit Sauerstoff abgebenden, d. h. die Verbrennung unterhaltenden Körpern, von welchen letzteren hauptsächlich der Salpeter und das chlorsaure Kali in Anwendung kommen. Diese Mischungen sollen je nach dem Zweck, den sie zu erfüllen haben, unter grösserer oder geringerer Gas-, Licht- und Wärmeentwickelung bald schneller, bald minder schnell verbrennen. Je nach ihrer Bestimmung, nennt man diese Mischungen Brandsätze, Zündsätze, Leuchtsätze u. s. w.

Das Princip, das bei einer rationellen Anfertigung von Feuerwerkssätzen befolgt werden soll, ist, dass man von den Materialien keinen Ueberschuss weder der brennbaren Körper, noch der Verbrennungsunterhalter, und von den zur Verbrennung nichts beitragenden, fremden, jedoch unvermeidlichen Substanzen, wie z. B. von den die pulverförmigen Sätze zusammenhaltenden Bindemitteln, nur die unumgänglich nothwendige Quantität, anwende. Es lässt sich theoretisch sehr leicht ermitteln, in welchem Gewichtsverhältniss die brennbaren Körper und die Verbrennungsunterhalter unter einander zu mischen seien. So wäre es z. B. bei der Mischung von Salpeter und Schwefel behufs eines Feuerwerkssatzes, unzweckmässig, auf ein Aequivalent Salpeter ein Aequivalent Schwefel (1), oder auf ein Aequivalent Salpeter vier Aequivalente Schwefel (2) anzuwenden; im letzteren Falle hätte man zu viel des brennbaren Körpers, im ersteren Falle zu viel des Verbrennungsunterhalters angewendet:

(1) S kann aus KO, NO_5 höchstens 3 O aufnehmen, daher bleiben 3 O unbenutzt.

(2) 3 S und KO, NO_5 geben entweder K S und 2 SO_3, oder ein Gemenge von KO, SO_3, K S und SO_2; in beiden Fällen ist Schwefel übrig, der unbenutzt bleibt.

In vielen Fällen sind wir aber nicht im Stande, theoretisch die Art der Zersetzung der Feuerwerkssätze anzugeben, weil die Verwandtschaftskraft der in den

Sätzen in Wechselwirkung tretenden Körper von den bekannten Gesetzen abweicht, je nachdem Nebenumstände, die theoretisch noch nicht ermittelt sind, auf den Zersetzungsprocess ihren Einfluss ausüben. Die zweckmässigsten Mischungsverhältnisse können bis jetzt nur durch Versuche ermittelt werden. Erst dann, wenn man die constant auftretenden Zersetzungsprodukte der Feuerwerkssätze erkannt und gewisse Fragen bezüglich der Wärmeentwickelung bei der Verbrennung der brennbaren Körper in den Sätzen zu verschiedenen Oxydationsstufen, und bezüglich der specifischen Wärme beantwortet haben wird, erst dann wird man im Stande sein zur Beurtheilung des Werthes und der Wirksamkeit eines Satzes chemische Grundsätze anzuwenden.

Bei der Beurtheilung der Mischungsverhältnisse aus alter Zeit traditionell überlieferter Feuerwerkssätze hat sich gezeigt, dass die der Theorie am besten entsprechende Zusammensetzung mancher Sätze schon ehemals durch Versuche richtig ermittelt war. Die meisten aber haben die durch die wissenschaftlichen Principien erforderlichen Veränderungen erlitten. Zuweilen behält man indessen auch alte Sätze bei, welche die Wissenschaft nicht zu rechtfertigen vermag, welche sich aber in der Anwendung gut bewähren.

Die gebräuchlichsten Feuerwerkssätze.

Die am häufigsten angewendeten Sätze bestehen aus Salpeter, Schwefel und Kohle, und zwar in dem Verhältniss wie im Schiesspulver, oder mit Ueberschuss von Schwefel und Kohle. Gewisse Sätze enthalten anstatt des Salpeters oder neben demselben chlorsaures Kali und gewisse Salze, welche letztere nicht zur Verbrennung wesentlich sind, sondern der Mischung während des Brennens ein lebhaftes Licht, oder eine bestimmte Färbung ertheilen. Hierher gehören die Signal- und Leuchtsätze.

Schiesspulver.

Feuerwerkssätze, die bei schneller Verbrennung grosse Quantitäten von Gas und stark treibende Kraft entwickeln sollen, enthalten vorzugsweise Schiesspulver. Will man eine verhältnissmässig langsame Verbrennung erzielen, so wendet man das Pulver in nicht gekörntem Zustande, als Mehlpulver und mehr oder minder stark zusammengepresst, wie z. B. in den Raketen an. Beabsichtigt man dagegen eine plötzliche Verbrennung des Schiesspulvers, wie z. B. in den Kanonenschlägen, so wendet man gekörntes Pulver an.

Salpeterschwefel.

Der Salpeterschwefel ist ein Gemisch von 1 Aeq. Salpeter (75 Gewichtsth.) und 2 Aeq. Schwefel (25 Gewichtsth.), das als Hauptbestandtheil für diejenigen Sätze angewendet wird, welche langsamer verbrennen und zu gleicher Zeit starkes Licht entwickeln sollen. Für sich allein ist der Salpeterschwefel keiner Anwendung fähig, weil er nicht die zu seinem Fortbrennen nöthige Wärme entwickelt, ferner als treibende Kraft nicht benutzt werden kann, da er im günstigsten Fall nur 1 Aeq. schweflige Säure zu liefern im Stande ist:

$$KO, NO_5 + 2\,S = KO, SO_3 + SO_2,$$

d. i. auf 1 Volumen der Mischung nur etwa 7,28 Volumen Gas. Aus diesen Gründen vermischt man den Salpeterschwefel entweder mit Kohle oder mit Mehlpulver. Ein solches Gemisch, das sich nur durch die Praxis bewährt hat und den Namen grauer

Grauer Satz.

Satz führt, besteht aus 93,46 pCt. Salpeterschwefel und 6,54 Mehlpulver. Dieses Gemisch wird als Grundmischung für andere Sätze benutzt, die langsam verbrennen und dabei intensives Licht entwickeln sollen. Bezüglich der Lichtentwickelung ist der graue Satz eine vorzügliche Mischung, weil sich bei der Verbrennung desselben ein nicht flüchtiges und unschmelzbares Salz, schwefelsaures Kali, bildet, das in der Flamme der verbrennenden Mischung zum Glühen gebracht wird. Alle Leuchtsätze, die bei ihrer Verbrennung farbiges Licht erzeugen

sollen, müssen nach jenem Princip angefertigt sein, und namentlich muss das Salz, welches die Färbung erzeugen soll, bei der Temperatur der Verbrennung des Satzes noch feuerbeständig sein.

Mischungen von chlorsaurem Kali. Das chlorsaure Kali, KO, ClO_5 giebt im Gemisch mit brennbaren Körpern seinen Sauerstoff vollständig, leichter und mit grösserer Schnelligkeit als der Salpeter ab. Man benutzt daher dieses Salz als Gemengtheil zu Sätzen, bei denen schnelle Entzündlichkeit und schnelle Verbrennung in Betracht kommen. Ein Gemisch von chlorsaurem Kali (80 Gewichtsth. = KO, ClO_5) mit Schwefel (20 Gewichtsth. = 2 S), Chlorkalischwefel genannt, wurde früher als Zusatz zu den schnell verbrennlichen Theilen solcher Feuerwerkssätze benutzt, welche aus langsamer verbrennlichen Salzen bestanden. Ein Gemenge von Schwefel, Kohle und chlorsaurem Kali stellt ein sehr wirksames Percussionspulver dar.

Frictions-Zündsatz. Ein Gemenge von gleichen Gewichtstheilen Schwefelantimon und chlorsaurem Kali wird ausschliesslich zur Zündung gebraucht; es ist durch Reibung, Schlag und Stoss entzündlich und findet zur Entzündung des Schiesspulvers mittelst der sogenannten Schlagröhren in groben Geschützen Anwendung. Noch sicherer wirkt die Armstrong'sche Mischung, aus rothem Phosphor und chlorsaurem Kali bestehend.

Satz zu Zündnadelgewehren. Der Satz zu Zündnadelgewehren besteht entweder aus einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Schwefelantimon oder aus einer Knallquecksilbermischung. Folgende Vorschrift liefert ein gutes Präparat: 16 Th. chlorsaures Kali, 8 Th. Schwefelantimon, 4 Th. Schwefelblumen, 1 Th. Kohlenpulver werden mit etwas Gummiwasser oder Zuckerwasser angefeuchtet, worauf man noch fünf Tropfen Salpetersäure hinzusetzt. Von diesem Satz befindet sich eine kleine Menge (die Zündpille) an der Patrone. Die Reibung einer im Augenblicke des Abdrückens schnell vorwärts geschobenen stählernen Nadel bewirkt die Entzündung des Satzes. In England bedient man sich wieder der obigen Mischung aus amorphem Phosphor und Kalichlorat.

Die explosiven Körper und ihre Anwendbarkeit in der Kriegsfeuerwerkerei sind, wenn man von dem Knallquecksilber absieht, noch nicht gehörig studirt. Beachtung verdienen der *Nitromannit* (Knallmannit) und das *Nitroglycerin* oder *Glonoin*. Auch das *Knallanilin* (salpetersaures Diazobenzol, durch die Einwirkung von salpetriger Säure auf Anilin erhalten) ist beachtenswerth.

Brandsätze. Die Brandsätze bestehen wesentlich aus Mehlpulver und grauem Satz, und gewissen organischen Substanzen wie Pech, Harz, Theer, die sich leicht entzünden und leicht verbrennlich sind, zu ihrer vollständigen Verbrennung jedoch eine viel längere Zeit brauchen, als die am langsamsten verbrennenden Feuerwerkssätze. Die Temperatur, die sich bei der Verbrennung der Sätze erzeugt, ist eine viel höhere, als die zum Entzünden von Holz erforderliche, sie ist aber zu schnell vorübergehend, um eine Entwickelung der brennbaren Gase aus dem Holze, die zum Fortbrennen desselben nothwendig ist, zu bewirken. Eine längere Zeit währende Hitze, erzeugen nur jene organischen Substanzen, indem sie, durch den Feuerwerkssatz entzündet, Kohlenwasserstoffe entwickeln, welche die Entzündung von Holz und ähnlichen brennbaren Körpern bewirken.

Farbige Feuer. Von den Salzen, die zu farbigen Feuern Anwendung finden, sind es die salpetersauren Verbindungen des Baryts, Strontians und des Natrons, so wie das schwefelsaure Kupferoxydammoniak. Das sogenannte Kaltgeschmolzenzeug, aus grauem Satz, Mehlpulver und Schwefelantimon, die unter Branntwein zusammengerührt werden, bestehend, wird zum weissen Feuer benutzt. Die in der

Kriegsfeuerwerkerei gebräuchlichen Mischungsverhältnisse sind folgende, für 100 Theile berechnet:

	Grün	Roth	Gelb	Blau	Weiss
Chlorsaures Kali	32,7	29,7	—	54,5	—
Schwefel	9,8	17,2	23,6	—	20
Holzkohle	5,2	1,7	3,8	18,1	—
Salpeters. Baryt	52,3	—	—	—	—
„ Strontian	—	45,7	—	—	—
„ Natron	—	—	9,8	—	—
Schwefels. Kupferoxyd-Ammoniak . .	—	—	—	27,4	—
Salpeter	—	—	62,8	—	60
Schwefelantimon	—	5,7	—	—	5
Mehlpulver	—	—	—	—	15 *)

Eine schöne weisse Flamme, welche mit einem prachtvoll blauen Rande umgeben ist, erhält man nach Uhden aus 20 Th. Salpeter, 5 Th. Schwefel, 4 Th. Schwefelkadmium und 1 Th. Kohle.

Unter den die Farbe ertheilenden Salzen sind selbstverständlich diejenigen die vorzüglichsten, deren Säure durch Sauerstoffabgabe den Verbrennungsprocess zu unterstützen im Stande ist. In dieser Beziehung würden die chlorsauren Salze der die Färbung ertheilenden Basen die vortheilhaftesten sein, da die Chlorsäure ihren Sauerstoff leichter und vollständiger abgiebt als die Salpetersäure. Der Anwendung dieser Salze stehen aber mehrere Hindernisse entgegen: sie werden theils an der Luft leicht feucht, theils zersetzen sie sich ausserordentlich leicht, sogar freiwillig und unter Explosion, endlich sind sie noch nicht durch den Handel zu beziehen. — Anstatt der salpetersauren Salze des Baryts und des Strontians wendet man auch häufig die kohlensauren Salze an.

Das Kochsalz.

Vorkommen. Das Kochsalz ist Chlornatrium Na Cl und besteht in 100 Theilen aus

Chlor	60,41
Natrium	39,58

Als Steinsalz findet sich das Kochsalz in grossen Massen. Es kommt mit Zwischenlagern von Thon und Gyps in grossen, fast ganz reinen Stöcken in Lagern von bedeutender Mächtigkeit, meist erst in Tiefen von 300 Fuss vor. Massenhafte Steinsalzlager finden sich in den Tertiärgebilden der Karpathen und zwar im Norden derselben bei Wieliczka, Bochnia, Laczko, Stebnik u. s. w., in der südlichen Abdachung bei Szlatina, Vizackna u. s. w.; in der Kreideformation bei Cardona in der spanischen Provinz Catalonien; in den Alpen und zwar in den Ostalpen Bayerns und Tyrols sind die allbekannten Salzlager von Berchtesgaden, Hall, Hallein, Aussee, Hallstadt, Ischl u. s. w. In der Triasformation kommen wichtige Salzlager vor im Teutoburger Walde, im nördlichen Württemberg im Schwarzwalde, in der preussischen Provinz Sachsen. Nicht selten findet sich das Steinsalz mit Thon oder Mergel gemengt und bildet dann den Salzthon oder das Haselgebirge. Von den ursprünglichen Lagerstätten des Steinsalzes ist sein secundäres Vorkommen zu unterscheiden. Atmosphärische Wasser, welche in die Tiefe dringen, lösen Salztheile auf und führen sie auf die Oberfläche. Auf solche Weise bilden sich sowohl einzelne

*) Es ist vielleicht nicht überflüssig, daran zu erinnern, dass das Zusammenreiben der Materialien sehr gefährliche Explosionen zur Folge haben kann. Die Materialien sind einzeln fein zu reiben und blos mit der Hand unter einander zu mengen.

Salzquellen, als auch Salzsümpfe und Salzseen, aus denen durch allmälige Verdampfung das Salz sich wieder abscheidet; damit steht auch das Vorkommen des Kochsalzes als Efflorescenz aus dem Boden der Salzsteppen (Steppensalz, Wüstensalz, Erdsalz) in Zusammenhang. Was die Bildung der Salzquellen oder Soolen betrifft, so erleidet es keinen Zweifel, dass sie ihren Kochsalzgehalt durch Auslaugung von Steinsalz sich aneigneten. Der grossen Verbreitung der Flötzformation, welche durch das Vorkommen von Steinsalz sich besonders auszeichnet, entspricht die grosse Anzahl von Salzquellen in Deutschland. Das Kochsalz findet sich endlich im Meerwasser als See- oder Meersalz.

Gewinnung des Kochsalzes aus dem Meerwasser. Das Meerwasser der verschiedensten Gegenden enthält immer dieselben Bestandtheile. Die Verschiedenheit in der Menge derselben ist äusserst gering und wird durch gewisse örtliche Verhältnisse, durch den Untergrund des Meeres, durch die Verdünnung des Meerwassers an den Küsten und Mündungen der Flüsse durch Flusswasser, durch Eismassen in den Polargegenden u. s. w. bedingt. Das specifische Gewicht des Meerwassers schwankt bei + 17° zwischen 1,0269 und 1,0289. Die Menge der festen Bestandtheile beträgt in 100 Theilen Meerwasser aus:

dem grossen Ocean	3,47 Th.
dem atlantischen Ocean	3,55 „
der Nordsee	3,43 „
dem Mittelmeer bei Cette	3,76 „
der Ostsee	3,24 „

Das Wasser des mittelländischen Meeres bei Cette enthält in 100 Theilen:

Chlornatrium	2,99
Bromnatrium	0,05
Chlorkalium	0,05
Chlormagnesium	0,32
Schwefelsaure Magnesia	0,24
Schwefelsauren Kalk	0,13
Kohlensauren Kalk	0,01
Eisenoxyd	Spur
	3,76

v. Bibra fand in 100 Theilen Meerwasser:

	Grosser Ocean.	Atlantischer Ocean.	Nordsee.
Chlornatrium	2,5877	2,7558	2,5513
Bromnatrium	0,0401	0,0326	0,0373
Schwefelsaures Kali	0,1359	0,1715	0,1529
Schwefelsauren Kalk	0,1622	0,2046	0,1622
Schwefelsaure Magnesia	0,1104	0,0614	0,0706
Chlormagnesium	0,4345	0,3260	0,4641
	3,4708	3,5519	3,4384

Man erhält das Kochsalz aus dem Meerwasser

a) vermittelst der Salzgärten durch Verdunstung;
b) mit Hülfe von Frost;
c) mit Hülfe von Brennmaterial.

Mit Hülfe von Salzgärten. Die Gewinnung des Kochsalzes aus dem Meerwasser mit Hülfe von Salzgärten geschieht im südlichen Frankreich, in Spanien, Portugal, auf Sicilien,

bei Triest und Venedig, bei Capodistria und in Pirano in Illyrien, auf der Insel Pago, bei Ragusa in Dalmatien etc. auf folgende Weise: Man legt die Salzgärten in einer flachen Gegend am Meeresufer an und zwar so, dass sie gegen die Flut geschützt sind; das Meerwasser geht zuerst in ein grosses Reservoir, in welchem es höchstens 6 Fuss oder mindestens 1 Fuss hoch steht. In diesem Behälter setzen sich alle Substanzen ab, welche suspendirt in dem Meerwasser sich befanden. Durch einen hölzernen Kanal läuft das Wasser in kleinere Behälter, aus welchen es durch unterirdische Röhren in die Gräben fliesst, welche den Salzgarten allenthalben umgeben, in welchen sich das Seesalz zum grossen Theil auf der Oberfläche des Wassers abscheidet. Das Salz wird gesammelt und auf den Gängen angehäuft. Man bildet aus dem herausgenommenen Salze entweder Kegel oder Pyramiden, welche man durch Bedecken mit Seegras oder Stroh gegen den Regen schützt. Indem diese Haufen sich längere Zeit überlassen bleiben, ziehen die zerfliesslichen Salze — das Chlormagnesium und das Chlorcalcium — sich in den Boden und hinterlassen das Seesalz ziemlich rein. Die in den Salzgärten verbleibende Mutterlauge wird auf Chlorkalium (vergl. Seite 136) und Magnesiasalze verarbeitet.

Mit Hülfe von Frost. Auch durch Frost lässt sich aus dem Meerwasser das Kochsalz gewinnen. Die dabei angewendete Methode gründet sich darauf, dass eine Lösung von Kochsalz bei einer Temperatur von einigen Graden unter dem Gefrierpunkte des Wassers sich spaltet in fast reines gefrierendes Wasser und in eine flüssigbleibende reichhaltigere Soole. Entfernt man das Eis und setzt man die Flüssigkeit von Neuem der Kälte aus, so lässt sich wieder ein Theil ihres Wassers als Eis entfernen und man erhält endlich eine Salzsoole, aus welcher sich durch schwaches Eindampfen schon Kochsalz ausscheidet. Um ein reineres Produkt zu erhalten, reinigt man die Soole vor dem Eindampfen durch Kalk, wodurch die Magnesia- und Thonerdesalze zersetzt werden.

Mit Hülfe von Brennmaterial. Das mit Hülfe von Brennmaterial aus dem Meerwasser dargestellte Kochsalz (*sel ignifère*) wird in der Normandie, besonders zu Avranchin, auf folgende Weise gewonnen. Man benutzt dort den salzhaltigen Sand an der Meeresküste, um das Seewasser mit dem darin enthaltenen Salze zu sättigen. Das so erhaltene salzreiche Seewasser wird darauf abgedampft. Häufig wird am Ufer ein Damm oder Wall von Meeressand aufgeworfen, welcher zur Zeit der höchsten Flut vom Meere überflutet wird. In der Zwischenzeit von einer Flut zur andern wird der Sand theilweise trocken und bedeckt sich an der Oberfläche mit einer Efflorescenz von Seesalz. Nur der vollkommen trockene Sand wird gesammelt und zwar täglich zwei bis drei Mal an der nämlichen Stelle. Die heissen Sommertage sind für das Sammeln des Sandes am günstigsten. Um den Sand auszulaugen, werden hölzerne Kästen angewendet, deren Böden aus schwachen Brettern bestehen, die man mit Strohschichten bedeckt. Die Kästen werden mit dem salzhaltigen Sand gefüllt und über denselben in jeden Kasten Seewasser gegossen. Indem dasselbe durch den Sand sickert, erhält es ein specifisches Gewicht von 1,14 bis 1,17. Die Dichte dieser Soole wird mit Hülfe dreier Wachskugeln bestimmt, die mit Blei belastet sind. Die Salzsieder zu Avranchin halten Soole von 1,16 specifischem Gewicht für die zum Abdampfen am meisten sich eignende. Das Wasser wird in flachen viereckigen Bleipfannen eingesotten. Während des Siedens wird fleissig abgeschäumt und von Zeit zu Zeit neues Salzwasser nachgefüllt, bis das Salz sich krystallisch auszuscheiden beginnt. Ist dieser Zeitpunkt gekommen, so setzt man noch eine kleine Menge Salzwasser hinzu, um die Bildung von neuem Schaum zu bewirken, welchen man wieder entfernt. Hierauf wird unter fortwährendem Umrühren die Masse zur Trockne gebracht. Die

so erhaltene fein zertheilte, aber höchst unreine Masse wird in einem Korb über der Siedepfanne aufgehängt. Durch die Einwirkung der Wasserdämpfe werden die zerfliesslichen Salze — Chlormagnesium und Chlorcalcium — zum grössten Theile entfernt. Darauf bringt man das Salz in ein Magazin, dessen Boden aus durch Auslagen gereinigtem, trocknem und festgestampftem Sand besteht. Hier vollendet sich die Reinigung des Salzes von den zerfliesslichen Salzen, wodurch es noch gegen 20 bis 28 pCt. an Gewicht verliert. Das so erhaltene Salz ist weiss und sehr rein. 700 bis 800 Liter Salzwasser liefern, je nach dem Salzgehalt des angewendeten Sandes, 150 bis 225 Kilogramm Salz.

Zu Ulverstone in Lancashire wendet man jetzt noch ein Verfahren zur Gewinnung des Seesalzes aus dem Meerwasser an, welches dem französischen sehr ähnlich ist. Eine andere Methode ist zu Lymington an der Küste von Hampshire, so wie auf der Insel Wight gebräuchlich; sie besteht darin, das Seewasser durch natürliche Verdampfung etwa bis zu $^1/_6$ des ursprünglichen Volumens zu concentriren und die erhaltene Soole in gewöhnlicher Art in Pfannen zu verdampfen. Das Concentriren geschieht in den sogenannten Sonnenwerken oder Auswerken, welche mit den gewöhnlichen Salzgärten übereinstimmen und sich von diesen nur dadurch unterscheiden, dass das concentrirte Meerwasser nicht bis zur Ausscheidung des Salzes in den Bassins stehen bleibt. In und bei Liverpool gewinnt man den Salzgehalt des Meerwassers auf die Weise, dass man sich desselben zum Auflösen des zu raffinirenden Steinsalzes bedient. Das Vortheilhafte dieses Verfahrens ist einleuchtend, wenn man erwägt, dass dabei mindestens noch 2,3 pCt. Kochsalz aus dem Meerwasser gewonnen werden können. An der Ostküste Englands gestattet es der niedrige Preis der Steinkohlen, das Meerwasser durch unmittelbares Versieden auf Kochsalz zu benutzen, ohne es vorher durch Verdunstung zu concentriren.

Gewinnung des Steinsalzes.

Das Steinsalz ist sehr häufig von Gyps, Anhydrit, Thon und Mergel begleitet. Nicht selten findet sich das Steinsalz in unregelmässigen stockförmigen Massen eingeschlossen, welche im Wesentlichen aus Thon bestehen (Salzthon, Haselgebirge); oder es werden die Salzmassen durch Mergellager eingeschlossen und von anderen Gebirgsarten getrennt. Im Steinsalze selbst finden sich zuweilen andere merkwürdige Mineralien abgesondert, so z. B. der Brongniartin (NaO, SO_3 + CaO, SO_3) bei Villarubia in Spanien, und der Martinsit (MgO, SO_3 + 10 NaCl) bei Stassfurt. Das Steinsalzlager bei Stassfurt ist mit einer Decke von bitteren, bunten oder zerfliesslichen Salzen, sogenanntem Abraumsalz (wesentlich aus Carnallit Mg Cl + K Cl bestehend), in einer Dicke von nahezu 200 Fuss versehen, welches über 12 pCt. Kali enthält und dadurch für die Technik als neue und wichtige Kaliquelle auftritt.

Die Zusammensetzung des Steinsalzes zeigt sich aus folgenden Analysen:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Chlornatrium	100.00	99,85	99,92	99,43	98,14	99,63
Chlorkalium	—	—	—	—	Spur	0,09
Chlorcalcium	—	Spur	—	0,25	—	0,28
Chlormagnesium	Spur	0,15	0,07	0,12	—	—
Schwefelsaurer Kalk	—	—	—	0,20	1,86	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

I. Weisses Steinsalz von Wieliczka, II. weisses und III. gelbes Steinsalz von Berchtesgaden, IV. von Hall in Tyrol, V. Knistersalz von Hallstadt, VI. Steinsalz von Schwäbischhall.

Das sogenannte Knistersalz, welches zu Wieliczka in krystallinisch-körnigen Massen vorkommt, hat die Eigenthümlichkeit, bei der Auflösung in Wasser unter kleinen Detonationen Gas zu entwickeln. Die mikroskopischen Höhlen, in denen sich das Gas eingeschlossen befindet, erleiden allmälig in dem Maasse, als das Salz sich löst, eine Verdünnung ihrer Wände, die das Gas sehr bald befähigt, die Wände unter Explosion zu durchbrechen und zu entweichen. Das entweichende Gas ist entzündlich. Es besteht aus comprimirten Kohlenwasserstoffgasen, welche, wenn das Knistersalz von unterirdischen Wassern aufgelöst, zum Theil als Gas zum Ausströmen gelangen, theils im verdichteten Zustande als Petroleum oder Bergöl ausfliessen. Beachtenswerth ist das gleichzeitige Vorkommen von Petroleum

und Steinsalz in den bayerischen Alpen, in den Karpathen, am Kaspissee, in Indien und in Nordamerika.

Das Verfahren zur Gewinnung des Steinsalzes ist ein sehr verschiedenes, je nachdem das Steinsalz zu Tage tritt oder durch Schächte, Stollen, Schürfe oder Bohrlöcher entweder unter der Erdoberfläche oder unter einer Gebirgsdecke vorkommt. Tritt das Steinsalz zu Tage, so wird es steinbruchähnlich gewonnen und diese Methode der Gewinnung ist natürlich die einfachste und billigste. Ist aber die unterirdische bergmännische Gewinnung erforderlich, so ist dieselbe um so kostspieliger, in je grösserer Tiefe das Steinsalz lagert. Häufig ist aber nicht nur die Tiefe der Steinsalzlager unter der Oberfläche der Erde, sondern auch die Beschaffenheit der Ablagerung selbst, auch wohl die einmal eingeführte Art der Benutzung des Steinsalzes auf die Wahl der Gewinnungsart von Einfluss. Oefters ist das Steinsalz aus Gemengen von Steinsalz, Salzthon, Gyps, Dolomit u. s. w. zusammengesetzt; das so verunreinigte Steinsalz würde als Kochsalz nicht angewendet werden können, sondern erst durch Auflösen und Versieden in Siedesalz umgewandelt werden müssen. Im letzteren Falle sucht man die Förderungs- und Auflösungskosten dadurch zu ersparen, dass man der Natur das Geschäft des Auflösens auf der Lagerstätte selbst überträgt und die gesättigte Salzlösung zu Tage fördert.

Ob man durch Schächte (senkrechte Gruben) oder durch Stollen (horizontale Gänge, welche von aussen bis zu dem Salzlager geführt werden) am zweckmässigsten den Salzberg erreicht, darüber entscheidet nicht nur die Tiefe desselben, sondern auch die Art des zu durchbrechenden Gesteines und die Möglichkeit, zudringende Wässer abzuleiten. Für den Bau auf Steinsalz ist es ein höchst günstiger Umstand, dass in das Steinsalzgebirge so leicht kein Wasser eindringt, indem der das Steinsalz umgebende Salzthon das Wasser zurückhält und das massive Steinsalz sich durch die entstehende gesättigte Soole einen natürlichen Schutzdamm gegen das eindringende Wasser bildet. Nicht allein nur die unbedeutende Menge des Wasserzuflusses, sondern auch das massenhafte Vorkommen des Steinsalzes, dessen Cohäsionsverhältnisse es gestatten, dass hangende Steinsalz- und Salzthonmassen keine Unterstützung brauchen, durch deren Beschaffung die Gewinnungsarbeiten, z. B. bei den Steinkohlen, so bedeutend erschwert und vertheuert werden, tragen zur Erleichterung des Bergbaues auf Steinsalz wesentlich bei. Ist das Gebirge, welches das Steinsalz bedeckt, frei von Spalten, durch welche Wasser eintreten kann, so lassen sich Steinsalzmassen auf weite Strecken ausbrechen, ohne den darüberlagernden Schichten eine Stütze zu geben. Diese Abbaumethode führt den Namen Glockenbau; sie ist in den südöstlichen Karpathenländern gebräuchlich. Eine andere Abbaumethode ist der Kammerbau, bei welchem das Steinsalz in durch mächtige Pfeiler von einander getrennten Räumen (Kammern) weggenommen wird.

Gewinnung der Salzsoolen. Die Salzsoolen finden sich in der Natur in den Salzquellen. In den letzten Jahrzehnten hat man die Natur dadurch unterstützt, dass man sich den Salzlagern, welche die süssen Quellen in Salzquellen überführten, durch Bohrlöcher zu nähern oder dieselben zu erreichen suchte. Die Bohrlöcher sind mithin künstlich dargestellte Soolquellen von solcher Reichhaltigkeit, dass nach und nach die Benutzung der schwachen natürlichen Salzquellen überflüssig wird. Der Salzgehalt eines Bohrloches ist begreiflicherweise am grössten, wenn das Steinsalzlager selbst erreicht worden ist; in einzelnen Fällen wird durch ein Bohrloch eine Anreicherung einer salzarmen Soole herbeigeführt.

Um die natürlichen Soolquellen zu gewinnen, werden dieselben gefasst, d. h. sie werden in einen Schacht oder Brunnen (Soolbrunnen), welcher zugleich als Reservoir für grössere Mengen von Soole dienen kann, vereinigt. Da die meisten natürlichen Soolen zu salzarm sind, um sofort versotten werden zu können, sondern erst durch den Gradirprocess einen Theil ihres Wassergehaltes verlieren müssen, so ist es beim Heben der Soole aus dem Brunnen am vortheilhaftesten, dieselbe sogleich auf die Gradirhäuser zu heben.

Aelter als die Gewinnung der gesättigten Salzsoole mit Hülfe von tiefen Bohrlöchern ist die Darstellung der gesättigten Soolen auf der Salzlagerstätte in den sogenannten Sinkwerken, Wöhren oder Sulzenstücken. Das älteste Verfahren zum Auslaugen des steinsalzhaltenden Salzthones bestand darin, in den Salzthon eine Grube oder eine Cisterne auszugraben und diese mit Wasser auszufüllen. Nachdem das Wasser alles Salz aufgelöst hatte, wurde es ausgeschöpft und in Kesseln eingekocht. Das ausgelaugte Gebirge heisst Heidengebirge. Die aus den Sinkwerken abgelassene Soole bleibt in Reservoiren zum Abklären einige Tage ruhig stehen, ehe sie versotten wird.

Von der Bereitung gesättigter Soolen in den Sinkwerken unterscheidet sich die Gewinnung salzreicher oder gesättigter Soolen mit Hülfe von Bohrlöchern. Diese Soole stammt entweder von einer fliessenden Salzquelle oder einem Soolreservoir im Steinsalzgebirge oder endlich davon her, dass Grubenwasser oder absichtlich eingeleitetes Tagewasser Steinsalz im Gebirge auflöste. Es ist einleuchtend, dass ein jedes Bohrloch als der senkrechte Schenkel einer communicirenden Röhre, deren anderer Schenkel durch gegen den Horizont geneigte Quellen gebildet wird, in der That ein artesischer Brunnen ist; diese Quellen werden durch das Bohrloch früher mit der Erdoberfläche in Verbindung gesetzt, als es bei dem natürlich fortgesetzten Laufe der Quellen geschehen sein würde. Die zur Hebung der Soole erforderliche Kraft ist von der Höhe abhängig, bis zu welcher die Quelle im Bohrloche aufsteigt. Ist die Steigkraft so gross, dass sich das Wasser nicht nur bis zur Mündung des Bohrloches, sondern durch aufgesetzte Röhren noch über die Erdoberfläche erheben würde, so wird die hebende Kraft in der Pumpe (das Einsetzen und Bewegen eines Kolbens) überflüssig. Die aus den Bohrlöchern gehobene Soole ist meist durch Schlammtheilchen von Salzthon oder von Gyps getrübt. Die Soole muss deshalb in den Reservoirs einige Zeit zum Abklären stehen bleiben, ehe sie zum Sieden verwendet wird. Zum Fortleiten der Soole wendet man hölzerne und gusseiserne Röhren, früher auch Bleiröhren an.

Man theilt je nach der Art der Verunreinigungen die Soolen in zwei Klassen, die Soolen erster Klasse sind mit schwefelsauren Salzen (Bittersalz, zuweilen auch Glaubersalz) und mit Chlormagnesium verunreinigt, die Soolen zweiter Klasse enthalten neben dem Kochsalz Chlorcalcium und Chlormagnesium. Die Soolen, besonders diejenigen, welche durch Torfgründe oder Braunkohlenlager fliessen oder in einem solchen Terrain zu Tage treten, enthalten färbende organische Substanzen (Humussäure, Quellsäure, Quellsatzsäure).

Darstellung des Kochsalzes aus den Soolen.

Die Darstellung des Kochsalzes aus den Soolen zerfällt in zwei Operationen:

a) in die Anreicherung der Soolen

α) durch Erhöhung des Salzgehaltes,

β) durch Verminderung des Wassergehaltes;

b) in das Versieden der siedewürdigen Soole.

Die Anreicherung der Soolen.

Die natürlichen Soolquellen enthalten selten so viel Kochsalz, dass sie siedewürdig erscheinen. Es folgt daraus die Nothwendigkeit, ihren Salzgehalt zu erhöhen (die Soole anzureichern), was entweder (α) geschehen kann durch Auflösen von Salz (Steinsalz), welches im natürlichen Zustande oft nicht verwendet werden kann und deshalb dem Reinigungsprocess unterworfen werden muss, oder (β) durch Verminderung des Wassergehaltes ohne Anwendung von Brennmaterial. Ob das Anreicherungsmittel Steinsalz oder Meersalz oder gesättigte künstliche Salzsoole, ob ferner das Auflösungsmittel schwache Quellsoole oder Meerwasser oder eine nicht gesättigte Bohrlochs- oder Sinkwerkssoole ist, hat auf die Bereitung der Soole

keinen Einfluss. Bedient man sich zur Anreicherung der Quellsoole zugleich des Steinsalzes und der Gradirung, so ist es am zweckmässigsten, das zur Anreicherung anzuwendende Steinsalz unter die Dornenwände des letzten Gradirfalles zu bringen.

Durch Gradiren. Die Anreicherung einer Soole durch Verminderung des Wassergehalts heisst das Gradiren der Soole. Diese Anreicherung kann geschehen durch Frostkälte (Eisgradirung) oder durch Verdunsten des Wassers (eigentliche Gradirung).

Die eigentliche Gradirung durch Verdunstung eines Theiles des Wassers ist *a*) Sonnengradirung, *b*) Tafelgradirung, *c*) Dach- oder Pritschengradirung, *d*) Tröpfelgradirung.

Die Sonnengradirung wird bei der Gewinnung des Seesalzes in den Salzgärten angewendet und geschieht auch in den Salzseen Russlands, aus welchen das Salz blos durch Verdunsten des Wassers mittelst der Sonnenwärme ausgeschieden wird. Setzt man die Sonnengradirung bis zur Aussonderung des Salzes fort, so nennt man das so erhaltene Salz Sonnensalz.

Die Tafelgradirung, eine zu Reichenhall versuchsweise angewendete Verdunstungsmethode, besteht darin, die zu gradirende Soole langsam aus staffelförmig unter einander gestellten Reihen von Kasten herabfliessen zu lassen. Die Soole wird also bis in die oberste Reihe von Kasten gehoben, läuft aus dieser in die zweite Reihe, dann in die dritte, vierte Reihe u. s. f., bis sie endlich in die unterste Kastenreihe gelangt, aus welcher die Soole in ein Bassin läuft, um entweder zur Siedung abgegeben zu werden oder noch einmal zur weiteren Concentration die Kastenreihe durchzumachen. Die Vorzüge der Tafelgradirung vor der Sonnengradirung sollen darin bestehen, dass der Abdampfungsprocess beschleunigt wird.

Die Dach- oder Pritschengradirung ist keine besondere Gradirmethode, sondern es ist die Bedachung der Soolenbehälter nebenbei dazu benutzt worden, die in das Reservoir zu leitende Soole auf der geneigten Fläche, welche die Bedachung der Behälter bildet, langsam niederfliessen zu lassen. An hellen Sonnentagen kann die dadurch bewirkte Anreicherung der Soole eine sehr bedeutende sein. Man hat ferner eine Seil- oder Strickgradirung vorgeschlagen, bei welcher die Soole an Seilen herabrinnt. Werden anstatt der Seile Streifen aus Leinwand angewendet, so heisst die Gradirung Coulissengradirung.

Dorn- oder Tröpfelgradirung. Die wichtigste Gradirung ohne Feuer ist die Tröpfel- oder Dorngradirung. Die Gradirhäuser oder Leckwerke haben Dornwände, aus Balkengerüsten bestehend, deren Zwischenräume mit Dornen (Schwarzdorn oder Schlehdorn, *Prunus spinosa*) ausgelegt sind. Jede Gradirwand, deren Länge sich nach der Grösse der Saline richtet, steht mit ihrem Fusse über einem, aus Bohlen construirten wasserdichten Behälter (dem Sumpfe, Bassin oder Hälter), welcher die an den Dornen herabrinnende gradirte Soole aufzunehmen bestimmt ist. Der obere Theil der Gradirhäuser ist zuweilen mit einem Dache versehen, häufig auch nicht. Auf dem Gradirhause läuft der ganzen Länge nach ein wasserdichter Kasten (der Tropfkasten oder Soolkasten), der die zum Gradiren bestimmte Soole aufnimmt. Der Tropfkasten ist mit Tropfhähnen versehen, aus welchen die Soole in Rinnen, an denen Einschnitte sich befinden, läuft; aus diesen Einschnitten gelangt die Soole auf die Dornen. Die Grösse des Soolenabflusses aus den Tropfhähnen wird durch das Stellen der Hähne regulirt. Die sogenannte Geschwindstellung ist eine Umstellungsvorrichtung, welche den Zweck hat, die Soole bei geänderter Richtung des Windes auf die entgegengesetzte Seite der Dornwände zu leiten. Die bewegenden Kräfte auf den Salinen zum Aufbringen der Soole auf die Gradirhäuser, so wie zur weiteren Fortleitung der gefallenen Soole sind Wasserräder Göpel, Dampfmaschinen und Windmühlen. Man lässt die Soole wiederholt von den Gradirwerken herabfallen. Die Soole kann durch das Gradiren bis zu 26 Procent Salzgehalt angereichert werden, obgleich eine solche Löthigkeit auf wenigen Salinen erreicht wird.

Die Tröpfelgradirung ist nicht nur ein Anreicherungsprocess, sondern auch ein Reinigungsprocess, indem ein Theil des Rohsalzgehaltes der Soole, der nicht Kochsalz ist, auf den Dornen der Wände als Dornstein zurückbleibt. Die Beschaffenheit dieses Steines hängt zwar von der Zusammensetzung der Quellsoole ab, doch ist seine Zusammensetzung ziemlich übereinstimmend. Meist besteht er nur aus Gyps und auf dem ersten Soolfalle aus kohlensaurem Kalk, wenn die Soole viel zweifach kohlensauren Kalk aufgelöst enthielt.

Wenn nach einigen Jahren der Dornstein zu stark wird, müssen die Dornen herausgenommen und durch frische ersetzt werden. Der Dornstein wird im getrockneten und gemahlenen Zustande als Düngemittel verwendet. In den Sümpfen, welche die gradirte Soole aufnehmen, setzt sich ein dicker Schlamm ab, Zunder oder Sinter genannt. Er besteht aus Gyps, kohlensaurem Kalk und Eisenoxydhydrat. Die Tröpfelgradirung hat in neuerer Zeit seitdem die Bohrlöcher fast allenthalben siedewürdige Soole liefern, viel von ihrer Bedeutung eingebüsst.

Das Versieden der Soole. Die Aufgabe des Siedeprocesses ist, das Maximum an reinem und trocknem Salze mit dem Minimum an Brennstoff aus einer gegebenen Soole darzustellen. Die ältesten Siedeeinrichtungen waren kesselartige Gefässe. Gegenwärtig wendet man Siedepfannen aus zusammengenieteten gehämmerten Eisenblechplatten an, deren Länge 30 Fuss, deren Tiefe 21 Zoll beträgt. Sie ruhen theils auf gemauerten Pfeilern, theils auf den Mauern, wodurch zugleich der Zug bedingt wird. Die Pfannen sind mit einem Dampfmantel (Brodemfang) versehen, welcher oberhalb des Daches ausmündet und die Wasserdämpfe in die Luft führt. Die Soole, welche man in die Siedepfanne bringt, enthält, je nachdem sie gradirte Quellsoole oder Bohrsoole ist, 18 bis 26 pCt. Salz; die Pfannen werden damit bis zur Höhe von 11 Zoll angefüllt.

In vielen Salinen zerfällt der Siedeprocess in zwei Abtheilungen:

a) in die Wasserverdampfung bis zur Sättigung der Soole in der Siedehitze (das Stören),
b) in die Wasserverdampfung von der siedend gesättigten Soole, damit das Salz sich krystallinisch abscheide (das Soggen, Soogen oder Socken).

Das Sieden wird ununterbrochen mehrere Wochen fortgesetzt. Es sondert sich dabei Gyps und schwefelsaures Natron theils als Schaum, welcher abgenommen wird, theils als Absatz aus, welchen man mit einer Krücke herausschafft. Sobald sich auf der Oberfläche der siedenden Soole eine Salzhaut bildet, hat die Soole die Gare erreicht und man schreitet zum Soggen des Salzes. Während der Periode des Soggens wird die Temperatur der Flüssigkeit auf 50⁰ erhalten. Dabei fällt nun die entstandene Salzhaut aus der Soole in kleinen Krystallen zu Boden, es bildet sich eine neue Haut u. s. f., bis sich endlich keine oder nur eine sehr schwache Salzhaut erzeugt. Von nun an wird das gesoggte Salz ausgewirkt, d. h. mit Schaufeln (Soggestielen) herausgenommen und in konische Körbe aus Weidengeflecht (Salzkörbe) gebracht, die man auf einem an dem Brodemfang angebrachten Gerüste abtropfen lässt, bis nichts mehr abfliesst, worauf man das Salz in der Trockenkammer (Darrstube), welche auf dem Bodenraume des Siedehauses (der Salzkothe) angebracht sind, trocknet und zuletzt in Fässer oder Tonnen bringt.

Die Menge der Mutterlauge, welche nach Ablauf einer Siedeperiode von zwei, drei oder mehreren Wochen zurückbleibt, ist, mit der Menge der versottenen Soole verglichen, eine sehr geringe. Früher wurde sie meist weggegossen oder zu Bädern gebraucht. Gegenwärtig bereitet man daraus Chlorkalium, schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia, auf einzelnen Salinen (Schönebeck und Kreuznach) auch Brom.

Begreiflicherweise erhält man aus einer Soole niemals die Salzmenge, welche man nach dem Salzgehalte der eingelassenen Soole erhalten sollte, indem theils fremdartige Stoffe als Pfannenstein beim Sieden abgeschieden werden, theils ein gewisser Theil des Salzes in der Mutterlauge bleibt. Hierin und in dem Verlust, welcher aus dem mechanischen Verstreuen des Salzes bei den Arbeiten des Wirkens und dem Transportiren des Salzes nach den Trockenstuben und nach den Magazinen sich zeigt, besteht der Siedeverlust. Dieser beträgt in den Salinen

zu Reichenhall	8	Procent,
,, Traunstein	8	,,
,, Rosenheim	8	,,
,, Schönebeck	9,25	,,

Bei Soole aus Bohrlöchern ist er zwar geringer, doch beträgt er auch hier noch 4 bis 6 Procent.

Viehsalz, Düngesalz, Fabriksalz.

In Folge des monopolistischen Zwanges, welchem das Kochsalz bei der Gewinnung und dem Verkaufe unterworfen ist, kommt es vor, dass das Kochsalz absichtlich durch die Administration verunreinigt (denaturalisirt) wird, damit es zu dem innerlichen Gebrauche untauglich werde und nur zu technischen Zwecken oder als Viehsalz oder endlich als Düngemittel Anwendung finde. Das zu technischem Gebrauche dienende denaturalisirte Salz (Fabriksalz) enthält Englischroth (Eisenoxyd oder Colcothar) 1—1,25 pCt., oder Braunstein oder andere Manganerze 1—1,25 pCt., oder Eisenvitriol 1,25—1,5 pCt., oder endlich Glaubersalz 12—15 pCt. Die Natur des Denaturalisationsmittels richtet sich nach der Art der Benutzung des Salzes; dient das Kochsalz zur Sodafabrikation, so ist Glaubersalz, dient es zur Chlorkalkbereitung, so ist Braunstein der zweckmässigste Zusatz. Das als Viehsalz dienende Kochsalz ist ein Gemenge von unreinem Koch- oder Steinsalz mit 0,75 pCt. Eisenoxyd (Oker) und 1,5 pCt. Wermuthpulver. In Oesterreich versetzt man das Kochsalz mit anderen bittern vegetabilischen Pulvern, z. B. mit Enzianwurzelpulver oder auch mit $^1/_5$ pCt. Harn und $^1/_5$ pCt. gerbsaurem Eisenoxyd. Soll endlich Kochsalz als Düngesalz Anwendung finden, so denaturalisirt man es am einfachsten mit 15 pCt. Asche und Kohlenstaub.

Eigenschaften des Kochsalzes.

Das Kochsalz krystallisirt in farblosen Würfeln oder in einer Form, die sich auf die Würfelform zurückführen lässt. Nach der Grösse der Würfel unterscheidet man grob-, mittel- und feinkörniges Salz, ferner Salz von mildem und von scharfem Korn. Ersteres besteht aus vollkommen ausgebildeten Würfeln und fühlt sich daher rauh und scharf an. Das milde Salz besteht zum Theil aus kleinen tafelförmigen und spiessigen Krystallen und lässt sich mit der Hand zusammenballen, während das Salz von grobem und scharfem Korn auseinanderfällt, sobald der Druck nachlässt. Die Grösse der Krystalle hängt von der Zeit ab, in der die Verdampfung der Soole erfolgt, man hat demnach in der Beschleunigung und Verzögerung des Abdampfprocesses ein einfaches Mittel, Salz von beliebiger Korngrösse darzustellen. Soll Salz von grobem Korne dargestellt werden, so muss das Niedersinken der auf der Oberfläche der Soole sich ausscheidenden Krystalle durch Ruhigstehenlassen der Flüssigkeit verzögert werden. Das sogenannte Sonntagssalz, welches während des Sonntags und der Feiertage, an denen nicht gesoggt wird, in den Pfannen sich abscheidet, ist ein derartiges grobkörniges Salz. Vollkommen reines Kochsalz ist nicht hygroskopisch; in dem gewöhnlichen Siedesalz sind es auch nur die Beimengungen von Chlormagnesium und Chlorcalcium, welche das Salz hygroskopisch machen. Der Wassergehalt des Salzes beträgt 2,5—5,5 pCt. Beim Erhitzen des Kochsalzes bis zur Glühhitze verknistert oder decrepitirt es, indem die zwischen den Lamellen der Krystalle eingeschlossene Mutterlauge Wasserdämpfe entwickelt und die Krystalle zersprengt. In der hellen Rothglühhitze schmilzt das Salz zu einer farblosen ölartigen Flüssigkeit, in der Weissglühhitze verflüchtigt es sich unverändert. Das Kochsalz ist leicht löslich in Wasser. 100 Theile Wasser lösen bei 12° C. 35,91 Theile Kochsalz. Es ist eine Eigenthümlichkeit des Kochsalzes, von heissem Wasser nicht in bedeutend grösserer Menge aufgelöst zu werden, als in kaltem.

Um das Verhältniss des Kochsalzes zum Wasser in einer Soole auszudrücken, braucht man den Ausdruck Löthigkeit oder Procentigkeit. Eine 15löthige Soole besteht

mithin in 100 Gewichttheilen aus 15 Gewichtstheilen Kochsalz und 85 Theilen Wasser. Die Grädigkeit der Soole bezeichnet die Gewichtsmenge Wasser der Soole, welche 1 Gewichtstheil Kochsalz enthält, so ist eine 15,6grädige Soole eine solche, in welcher 1 Gewichtstheil Kochsalz von 15,6 Gewichtstheilen Wasser in Lösung gehalten wird. Die Pfündigkeit der Soole drückt die Salzmenge in Pfunden aus, welche in einem Kubikfuss Soole enthalten ist.

Die Löthigkeit einer Soole lässt sich aus dem specifischen Gewichte nach folgender von Gerlach (1859) revidirten Tabelle ermitteln:

Löthigkeit.	Spec. Gewicht.	Löthigkeit.	Spec. Gewicht.	Löthigkeit.	Spec. Gewicht.
1	1,0075	7,5	1,0565	16	1,1206
1,5	1,0113	8	1,0603	17	1,1282
2	1,0151	8,5	1,0641	18	1,1357
2,5	1,0188	9	1,0679	19	1,1433
3	1,0226	9,5	1,0716	20	1,1510
3,5	1,0264	10	1,0754	21	1,1593
4	1,0302	10,5	1,0792	22	1,1675
4,5	1,0339	11	1,0829	22	1,1758
5	1,0377	11,5	1,0867	24	1,1840
5,5	1,0415	12	1,0905	25	1,1922
6	1,0452	13	1,0980	26	1,2009
6,5	1,0490	14	1,1055	26,39	1,2043
7	1,0526	15	1,1131		

Anwendung des Kochsalzes.

Die überaus wichtige und ausgedehnte Anwendnng des Kochsalzes ist so bekannt, dass es hier eines näheren Eingehens darauf kaum bedarf. Ausser als Nahrungsmittel dient das Kochsalz zu Zwecken der Agricultur und Viehzucht, zur Bereitung der Soda, des Chlors, des Salmiaks, in der Weissgerberei (zur Bereitung des Chloraluminiums), in der Loh- oder Rothgerberei (beim Schwitzen der Häute), zur chlorirenden Röstung der Silbererze (in der Amalgamation und in dem Verfahren der Silbergewinnung von Augustin), zum Aussalzen der Seife, zum Glasiren von Thongeschirren (schmilzt man Kochsalz mit eisenhaltigem Thon zusammen, so oxydirt sich das Natrium auf Kosten des Eisens zu Natron, welches sich mit der Thonerde und Kieselerde zu Glasur verbindet, während das Eisen sich mit dem Chlor als Chloreisen verflüchtigt), zum Conserviren von Schiffsbauholz und Eisenbahnschwellen, zum Einsalzen der Fische, des Fleisches und der Butter (es hält sich Butter mit Kochsalz unter Zusatz von 2 pCt. Chlorcalcium gesalzen, weit besser als mit reinem Salz gesalzene; die Anwendung geschieht so, dass man das Kochsalz mit einer sehr concentrirten Lösung des Chlorcalciums befeuchtet).

Die jährliche Produktion an Salz beträgt in

England	30,000,000	Centner.
Russland	8—9,000,000	,,
Oesterreich	7—8,000,000	,,
Frankreich	7—8,000,000	,,
Italien	5,000,000	,,
Portugal und Spanien	11,000,000	,,
Preussen	2,500,000	,,
Bayern *)	1,000,000	,,
Württemberg	700,000	,,

*) Bayern producirt jährlich an Kochsalz in

Berchtesgaden	150,000 Ctr.
Reichenhall	200,000 ,,

Die Soda.

($NaO, CO_2 = 53$. In 100 Th. 58,5 Th. Natron und 41,5 Th. Kohlensäure.)

Vorkommen der natürlichen Soda. Das kohlensaure Natron oder die Soda findet sich fertig gebildet als Bestandtheil vieler Mineralquellen, z. B. der zu Karlsbad, der zu Burtscheid bei Aachen, zu Vichy in Frankreich, des Geissers auf Island, ferner als Auswitterung an vulkanischen Gesteinen, so wie als anderthalb kohlensaures Natron (Natronsesquicarbonat $2\ NaO, 3\ CO_2$) in grosser Menge und zwar aufgelöst im Wasser der sogenannten Natronseen. Aegypten, Centralafrika (besonders in der Provinz Munio des Königreichs Bornu, wie Dr. Barth angiebt), die Ebenen längs des kaspischen und schwarzen Meeres, Mexico und mehrere südamerikanische Staaten haben solche Seen aufzuweisen. In der grossen ungarischen Ebene wittert in der heissen Jahreszeit kohlensaures Natron als krystallinische Salzdecke, rohe Soda oder Széksó aus, welche eingesammelt und in den Handel gebracht wird*). Die ägyptische Soda führt den Namen Tro-Na (daher der Name Natron). In Columbien gewinnt man Soda, dort zu Lande Urao genannt, aus einem See, der 48 engl. Meilen von der Stadt Merida entfernt und in einem kleinen Thal liegt, welches von den Eingeborenen *Lalagunilla* genannt wird. In der heissen Jahreszeit krystallisirt die Urao aus dem Wasser heraus. Die Gewinnung des Salzes dauert ungefähr zwei Monate und bringt ungefähr 1600 Ctr. Unter der spanischen Regierung, welche die Urao eben so wie den Tabak zum Monopol gemacht hatte, wurde diese Soda zu Venezuela zur Bereitung des Mo oder eingedickten Tabaksaftes verwendet.

Wahrscheinlich entsteht das kohlensaure Natron der Natronseen durch Zersetzen des Kochsalzes mittelst kohlensaurem Kalk; möglicherweise bildet es sich auch aus dem schwefelsauren Natron, das durch die Einwirkung organischer Substanzen zu Schwefelnatrium reducirt wird, welches sich durch die im Wasser gelöste Kohlensäure in anderthalb kohlensaures Natron umwandelt.

Soda aus den Sodapflanzen. Die Menge der natürlichen Soda ist verschwindend klein gegen den riesenhaften Verbrauch der Soda in der Industrie. Diejenige Soda, welche diesen Verbrauch eigentlich deckt, entspringt zu einem kleinen Bruchtheil aus der Einäscherung von gewissen See- und Strandpflanzen, zum grössten Mehrbetrage aber aus der Umwandelung des Kochsalzes.

Eben so wie die Binnenpflanzen aus dem Boden von den Alkalien hauptsächlich Kali aufnehmen, das man als kohlensaures Kali in der Asche dieser Pflanzen trifft (siehe Potasche), enthalten die am Meeresgestade, im Meere selbst, in Salzsteppen u. s. w. wachsenden Pflanzen unter ihren anorganischen Bestandtheilen mehr oder weniger Natron an organische Säuren (wie z. B. an Oxalsäure) gebunden, welche Verbindung beim Verbrennen in kohlensaures Natron übergeht. Ausser den im Meere selbst vegetirenden Fucusarten sind es besonders die Gattungen Salsola, Atriplex, Salicornia etc., welche zur Fabrikation von Soda verwendet und zu diesem Zwecke in gewissen Gegenden cultivirt werden. Um aus diesen Pflanzen die Soda zu gewinnen, werden dieselben abgemäht, die Fucusarten zur Ebbezeit ans Land ge-

Traunstein	200,000 Ctr.
Rosenheim	275,000 ,,
Kissingen	25,000 ,,
Orb	50,000 ,,
Dürkheim (Pfalz)	10,000 ,,

*) Die Einsammlung der Széksó in Ungarn, welche im Jahre 1852 noch gegen 17,000 Ctr. betrug, machte im Jahre 1861 kaum 8000 Ctr. aus. —

bracht und am Strande getrocknet. Diese Pflanzen werden darauf in Gruben zu Asche verbrannt. Die Hitze steigert sich dabei so sehr, dass die Asche in Fluss geräth und nach dem Erkalten eine harte, graubraune, schlackenartige Masse darstellt. Die Masse führt den Namen rohe Soda.

Der Gehalt der rohen Soda an kohlensaurem Natron ist sehr verschieden; er variirt von 3—30 Procent. Je nach den verschiedenen Ländern und den verschiedenen Gewinnungsarten unterscheidet man folgende Sodasorten;

a) Barilla, Soda von Alicante, Malaga, Cartagena; man gewinnt sie aus der Barilla (*Salsola soda*), welche an der spanischen Küste angebaut wird. Sie enthält 25 bis 30 Procent kohlensaures Natron.

b) Salicor oder Soda von Narbonne, durch Verbrennen von *Salicornia annua* erhalten, welche Pflanze man aussäet und nach der Samenentwickelung erntet, enthält 14 Proc. kohlensaures Natron.

c) Blanquette oder Soda von Aigues-mortes, aus den zwischen Aigues-mortes und Frontignan vorkommenden Strandpflanzen: *Salicornia europaea*, *Salsola tragus*, *Salsola Kali*, *Statice limonium*, *Atriplex portulacoides* etc. dargestellt, enthält nur 3—8 Procent kohlensaures Natron.

d) Noch geringer als die vorstehende Sorte ist die Vareksoda (Tangsoda), welche in der Normandie und in der Bretagne aus verschiedenen Tangen, besonders dem Blasentang (*goëmon, fucus vesiculosus*) bereitet wird.

e) Mit der Vareksoda ziemlich gleichwerthig ist der Kelp, den man an den Küsten Grossbritanniens (in Schottland, Irland und auf den Orkneyinseln) aus verschiedenen Salsola- und Tangarten (*sea wead, sead wrack*), besonders aus *Rhodomenia palmata* darstellt. 480 Ctr. getrocknete See- und Strandpflanzen liefern gegen 20 Ctr. Kelp und diese nur 50—100 Pfund kohlensaures Natron. Trotz des so geringen Sodagehaltes waren vor der Einführung der Sodafabrikation aus Kochsalz allein auf den Orkneyinseln gegen 20,000 Personen mit der Kelpgewinnung beschäftigt.

Die rohe Soda enthält ausser kohlensaurem Natron schwefelsaure Salze, Schwefelmetalle, Jod- und Bromnatrium. Die Gewinnung des Jodes und des Broms aus der rohen Soda wird in der Kürze beschrieben werden.

Gewinnung des Jods. Das Jod wird aus dem Kelp, aus dem Varek und in geringer Menge aus dem Chilisalpeter dargestellt. Der Hauptsitz der Jodfabrikation ist Glasgow in Schottland, wo 1860 zehn Fabriken sich befanden, welche jährlich gegen 400,000 Ctr. Kelp verarbeiten. Ausserdem sind zwei Jodfabriken in Irland bei Loch Zwilly, und endlich zwei Fabriken in Frankreich, in Brest und Cherbourg, welche Varek verarbeiten, so dass also 14 Fabriken die Welt mit Jod versehen. 100 Th. Kelp enthalten 0,25 bis 0,66 pCt. Jod, 25 pCt. Chlorkalium, 6—7 pCt. schwefelsaures Kali und 15 pCt. eines Gemenges von Soda, Glaubersalz und Kochsalz, welches im Handel den Namen Kelpsalz führt; der beim Auslaugen zurückbleibende unlösliche Rückstand, der Kelpabfall, besteht wesentlich aus unreinem Wasserglas und wird zur Glasfabrikation verwendet. Der Centner Kelp kostet in Glasgow 2,5—3,5 fl.

Aus Kelp. Behufs der Jodgewinnung aus Kelp verfährt man auf folgende Weise: Man laugt den in kleine Stücke zerschlagenen Kelp mit Wasser aus, wobei sich 60 — 70 pCt. lösen und 30 — 40 pCt. Kelpabfall bleiben. Die Lauge (von 1,18—1,20 spec. Gew.) enthält Chlorkalium, Kali und Natronsulfat und -carbonat, Jodkalium, Schwefelkalium und unterschwefligsaures Kali und Natron. Durch Abdampfen und Abkühlenlassen der Flüssigkeit erhält man nach und nach aus der Lauge das Kalisulfat, das Chlorkalium und das Kochsalz; die Mutterlauge wird in offenen flachen Gefässen mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, wobei unter heftiger Entwickelung von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff ein dicker Schaum von Schwefel sich bildet, der abgeschöpft, getrocknet und in den Handel gebracht wird. Nachdem die Gase entwichen sind, setzt man zu der Flüssigkeit noch mehr Schwefel-

säure und eine entsprechende Menge Braunstein und bringt die Mischung in ein grosses bleiernes Destillirgefäss *C* (Fig. 57), wobei sich Jod entwickelt, welches in den Thonvorlagen *B*, *B'*, *B''*, *B'''* als eine feste krystallinische Masse sich absetzt. In Cherbourg gewinnt man das Jod aus der Lauge einfach durch Einleiten von Chlorgas. Nach der letzteren Methode wird das Jod aus dem Jodmagnesium ausgeschieden und durch Chlor ersetzt ($MgJ + Cl = MgCl + J$). Einer neueren Methode zufolge destillirt man die Jodalkalimetalle behufs ihrer Ausscheidung des Jodes mit Eisenchloridlösung, wobei alles Jod übergeht ($NaJ + Fe_2Cl_3 = J + NaCl + 2 FeCl$). Das Jod ist in Wasser sehr wenig löslich und fällt als schwarzes Pulver zu Boden. Bei der Ausscheidung durch Chlor muss genau die zur Zersetzung des Jodmagnesiums nothwendige Menge Chlor angewendet werden; war die Menge des Chlors zu gering, so scheidet sich kein Jod aus; im entgegengesetzten Falle bildet sich Chlorjod und freies Brom, welche beide Körper zum Theil dampfförmig entweichen. Das abgeschiedene Jod wird von der darüber stehenden Flüssigkeit getrennt zum Abtropfen in ein thönernes, mit Löchern versehenes Gefäss gebracht und auf Löschpapier vollends getrocknet. Bei allen diesen Operationen muss die Anwendung von Metall vermieden werden. Das so erhaltene Jod wird durch Sublimation gereinigt. Zu dieser Operation dient der in beistehender Figur (Fig. 58) abgezeichnete Apparat, der aus steinernen Retorten *C*, *C* die sich in dem Sandbade *B* befinden, welches durch eine darunter befindliche Feuerung erwärmt wird, besteht. In eine jede dieser Retorten bringt man ungefähr 40 Pfund Jod, umschüttet sie vollständig mit Sand, damit sich kein Jod an dem oberen Theile condensire und den Retortenhals verstopfe. Der Retortenhals führt in die Vorlagen *R*, *R*, in welchen sich das Jod krystallinisch ansetzt. Die zur Seite der Vorlagen befindlichen Röhren *a b*, *a b* leiten die bei der Sublimation sich entwickelnden Wasserdämpfe ab.

Fig. 57.

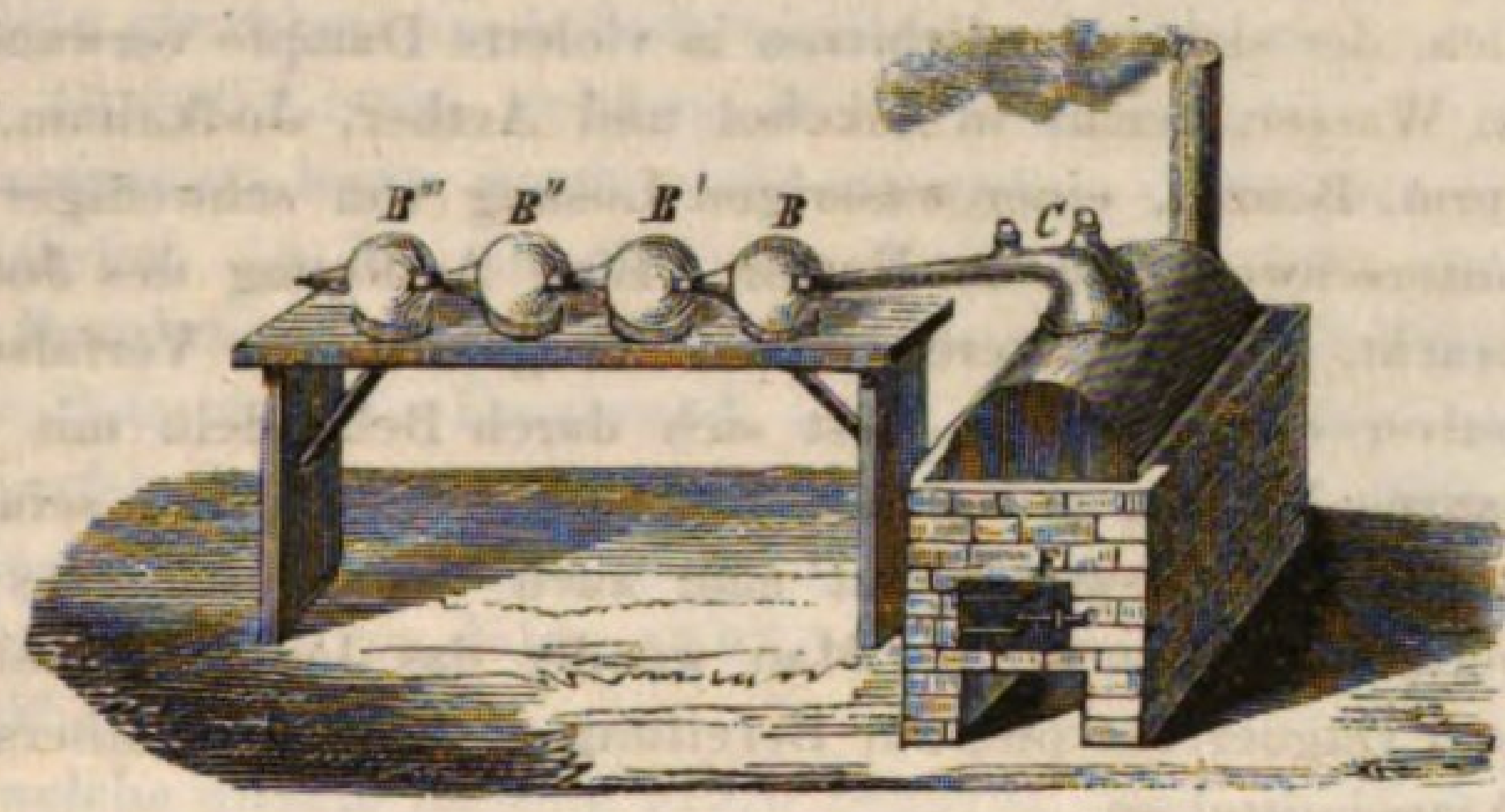
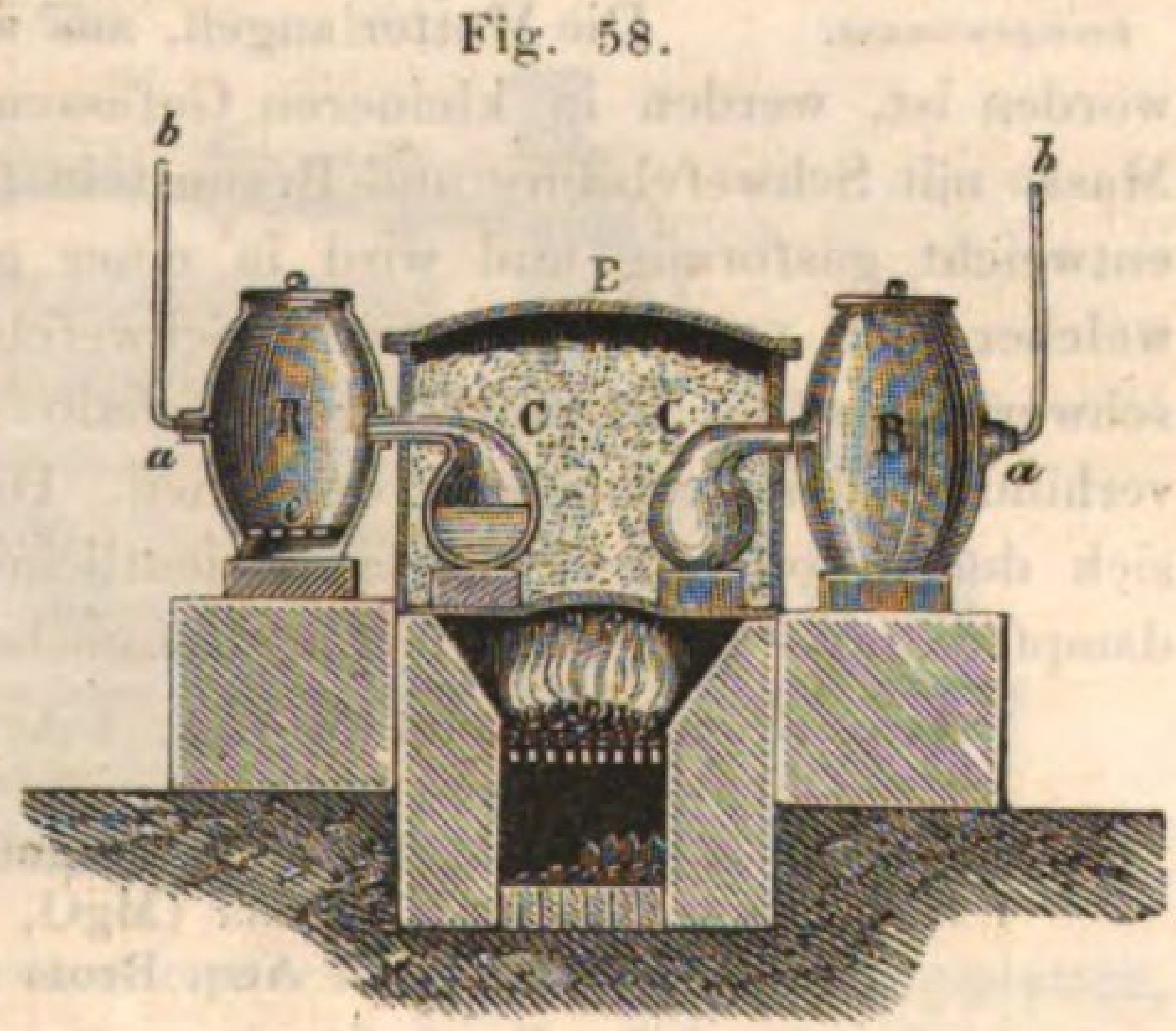


Fig. 58.



Gewinnung des Jodes aus dem Chilisalpeter. Der rohe Chilisalpeter enthält constant 0,59 bis 1,75 pCt. Jod und zwar in Gestalt von Jodsäure in Verbindung mit Natron, dann in geringer Menge als Jodnatrium und Jodmagnesium. Die beim Raffiniren des Rohsalpeters oder die bei dessen Umwandelung in Kalisalpeter fallenden Mutterlaugen, welche 0,28 bis 0,36 pCt. Jod enthält, werden auf Jod verarbeitet, indem man in die Lauge schweflige Säure leitet, bis das ausgeschiedene Jod sich wieder zu lösen beginnt ($JO_5 + 5 SO_2 = J + 5 SO_3$). Das abgeschiedene Jod wird wie gewöhnlich getrocknet und durch Sublimation gereinigt. Das in der

Flüssigkeit in Form von Jodmetallen noch enthaltene Jod wird mit Hülfe von Chlor ausgefällt. —

Eigenschaften und Anwendung des Jod. Das Jod ($J = 127$; spec. Gewicht $= 4,94$) erscheint als ein schwarzgrauer, krystallinischer, metallglänzender Körper, dem Graphit nicht unähnlich, der sich beim Erhitzen in violette Dämpfe verwandelt. Das Jod löst sich etwas in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, Jodkalium, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol, einer wässrigen Lösung von schwefliger Säure und einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron. Eine Auflösung des Jodes mit Stärke zusammengebracht, färbt letztere violett. Vorgekommene Verfälschung des Jodes mit Kohlenpulver oder Graphit lässt sich durch Behandeln mit Alkohol oder unterschwefligsaurem Natron, in welchem Jod vollkommen löslich sein muss, oder durch Sublimation auffinden. Bisweilen hat man auch das Gewicht des Jodes durch Wasserzusatz zu vermehren gesucht. — Man wendet das Jod in grosser Menge in der Photographie und Daguerreotypie, zur Bereitung des Jodquecksilbers, des Jodkaliums und anderer Arzneimittel an.

Die jährliche Produktion an Jod ist in

Schottland und Irland	100,000 Pfd.
Frankreich	20,000 ,,
	120,000 Pfd.

Jodkalium. Das Jodkalium ist ein in blendendweissen Würfeln krystallisirendes Salz, das man darstellt, indem man Jod mit Kalilösung zusammenbringt ($6\,J + 6\,KO = 5\,KJ + KO, JO_5$), das Gemenge von jodsaurem Kali und Jodkalium zur Trockne verdampft und den Rückstand bis zum Glühen erhitzt; es bleibt Jodkalium zurück, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird ($5\,KJ + KO, JO_5 = 6\,O + 6\,KJ$). Nach einer andern Methode zersetzt man Schwefelbarium mit Jod ($Ba\,S + J = Ba\,J + S$), und das entstandene Jodbarium durch schwefelsaures Kali ($Ba\,J + KO, SO_3 = KJ + BaO, SO_3$); nach einer dritten Methode stellt man Jodkalium durch Zersetzen von Jodeisen mit kohlensaurem Kali dar ($Fe\,J + KO, CO_2 = KJ + FeO, CO_2$).

Bromgewinnung. Die Mutterlaugen, aus welchen durch Chlor das Jod ausgeschieden worden ist, werden in kleineren Gefässen zur Trockne verdampft und die trockne Masse mit Schwefelsäure und Braunstein (Mangansuperoxyd) destillirt. Das Brom entweicht gasförmig und wird in einer gut abgekühlten Retorte aufgefangen, in welcher sich etwas concentrirte Schwefelsäure befindet. Das Brom ist specifisch schwerer als die Schwefelsäure, deshalb schwimmt die letztere auf dem Brom und verhindert das Verdampfen desselben. Die Theorie der Bromgewinnung lässt sich durch folgendes Schema verdeutlichen, wobei wir annehmen, dass die abgedampfte Masse nur aus Brommagnesium bestehe:

1 Aeq. Brommagnesium ($MgBr$); 1 Aeq. Mangansuperoxyd (MnO_2) und 2 Aequiv. Schwefelsäure ($2\,SO_3$)

geben

1 Aeq. schwefelsaure Magnesia (MgO, SO_3), 1 Aeq. schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3) und 1 Aeq. Brom (Br).

Eigenschaften und Anwendung des Broms. In Deutschland stellt man z. B. in Schönebeck Brom aus der Mutterlauge der dortigen Saline dar.

Das Brom erscheint bei gewöhnlicher Temperatur als eine dunkelrothbraune syrupdicke Flüssigkeit von höchst unangenehmem Geruch, von 2,9 spec. Gew., die sich in geringer Menge in Wasser, leicht dagegen in Alkohol und Aether löst. Sie siedet bei $+ 47^0$ und verwandelt sich bei $- 18^0$ in eine graphitähnliche Masse. Man wendet das Brom ähnlich dem Jod in der Photographie und als Arzneimittel an.

Künstliche Soda mit Hülfe von Kochsalz.

Soda aus Kochsalz. Der geringe Gehalt der französischen Sodasorten an kohlensaurem Natron versetzte Frankreich viele Jahre hindurch in eine grosse Abhängigkeit von Spanien. Alle die zahlreichen Methoden, die von den französischen Chemikern ausfindig gemacht wurden, aus dem Kochsalze eine der Barilla an Wohlfeilheit und Güte gleichkommende Soda zu liefern, führten zu keinem Resultate und ein Preis von 20,000 Livres, welchen die Pariser Akademie 1782 für die Lösung der Aufgabe ausgesetzt hatte, wurde nicht errungen. Nach wie vor gingen von Frankreich aus jährlich 20 bis 30 Millionen Franken für Soda nach Spanien. Erst in Folge der Revolutionskriege, wo die Einfuhr von Soda und Potasche gehemmt war und alle Potasche, die Frankreich selbst erzeugte, sofort von den Salpetersiedern und Pulverfabrikanten consumirt wurde, lernte man die Mittel kennen und anwenden, aus Kochsalz in ergiebiger Weise Soda zu gewinnen.

Der Wohlfahrtsausschuss decretirte im Jahre 1794, dass ihm über alle Sodafabriken die genauesten Angaben mitzutheilen seien. Die Fabrikanten Leblanc und Dizé waren die ersten, welche diesem Aufrufe Folge leisteten, und die Grundsätze, nach denen sie eben im Begriff standen, eine Sodafabrik zu errichten, der allgemeinen Benutzung überliessen. Es wurde von der Beurtheilungscommission für das zweckmässigste erklärt und ist auch bis auf die heutige Zeit das fast ausschliesslich angewendete Verfahren geblieben.

Verfahren von Leblanc.

Der Process der Sodafabrikation nach Leblanc zerfällt in drei Abtheilungen:

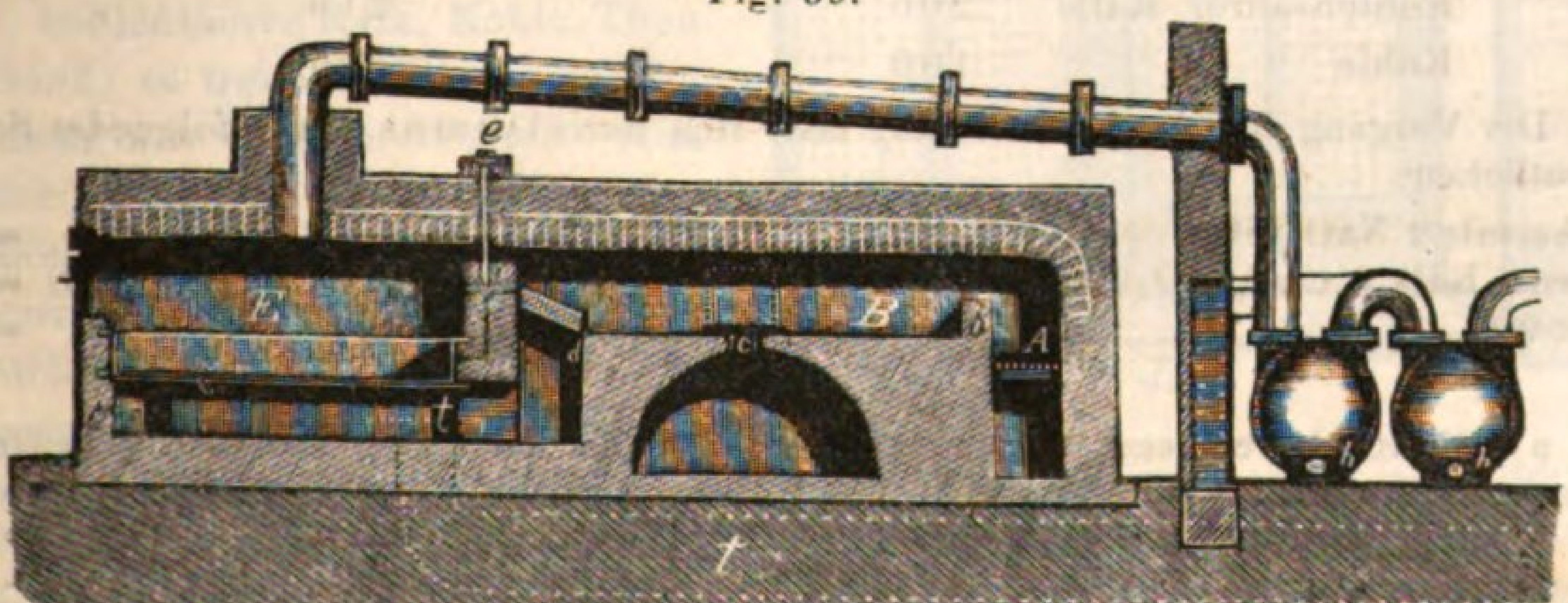
a) in die Erzeugung von schwefelsaurem Natron aus Kochsalz und Schwefelsäure;

b) in die Umwandlung des schwefelsauren Natron in rohes kohlensaures Natron;

c) in die Reinigung der rohen Soda.

A. Die Zersetzung des Kochsalzes durch Schwefelsäure wird in besondern Flammenöfen (Sulfatöfen) (Fig. 59) vorgenommen, welche zwei Abtheilungen *B*

Fig. 59.



und *E* haben. Letztere ist vom Feuer weiter entfernt und besteht aus Bleiplatten, welche von einer gusseisernen Sohle getragen werden. In Schottland bedient man sich einer gusseisernen eingemauerten Schale, welche von concentrirter Schwefelsäure nicht angegriffen wird. Das in dieser Abtheilung sich entwickelnde salzsaure Gas geht durch steinzeugene Röhren *C* nach den Condensationsflaschen *h*, *h*. In diese Abtheilung bringt man Kochsalz und giesst durch einen gebogenen Bleitrichter die zur Zersetzung nothwendige oder etwas weniger Schwefelsäure darüber, um sicher zu sein, dass die kostspielige Schwefelsäure ihre Wirkung vollständig ausübt. Auf

100 Theile Kochsalz rechnet man 137 Theile Schwefelsäure, wie sie aus den Bleikammern abläuft; dadurch erhält man durchschnittlich 116 Theile Glaubersalz. Sobald die Gasentwicklung der heissen Masse in der Abtheilung *E* aufgehört hat, wird sie nach Beseitigung des Schiebers in den gemauerten Raum *B* gebracht und dort erhitzt, bis sich weder Salzsäure noch Wasser mehr entwickeln. Während der Calcination wird die Masse von Zeit zu Zeit durchgekrückt; zuletzt wird das glühend heisse Glaubersalz durch eine in der Herdsohle angebrachte Oeffnung in einen Abkühlungsraum herabgestürzt. Die auf dem Roste *A* entwickelte Flamme geht, nachdem sie die Abtheilung *B* bestrichen, bei *d* abwärts und gelangt durch die Röhren *t* in Condensationsgefässe.

Der Process der Umwandlung des Kochsalzes in Glaubersalz geht auf folgende Weise vor sich:

Kochsalz $NaCl$	= 60	geben	Glaubersalz NaO, SO_3	= 72
Schwefelsäure SO_3, HO	= 49		Salzsäure ClH	= 37
	109			109

Ist mit der Sodafabrik eine Chlorkalkfabrik verbunden, so mengt man das zur Zersetzung anzuwendende Kochsalz mit Braunstein (MnO_2) und verfährt dann wie gewöhnlich, nur wendet man die doppelte Menge der Schwefelsäure an, es entwickelt sich hierbei keine Salzsäure sondern Chlorgas:

Kochsalz $NaCl$	= 60	geben	Glaubersalz NaO, SO_3	= 72
Schwefelsäure $2\,SO_3, HO$	= 98		Manganvitriol MnO, SO_3	= 76,2
Braunstein MnO_2	= 43,6		Chlor u. Wasser $Cl + 2\,HO$	= 53,4
	201,6			201,6

Die Schwefelsäure des zurückbleibenden Manganvitriols kann durch Glühen der Masse mit einer neuen Menge Kochsalz verwerthet werden.

B. Die Umwandlung des schwefelsauren Natrons (Sulfat, Glaubersalz) in rohes kohlensaures Natron (Soda) geschieht durch kohlensauren Kalk und Kohle in folgenden Mischungsverhältnissen:

	Verfahren Leblanc's.	Heutiges Verfahren.
Glaubersalz	200	200
Kohlensaurer Kalk	200	210
Kohle	100	106

Der Vorgang bei der Umwandlung lässt sich nach Dumas durch folgendes Schema verdeutlichen:

Glaubersalz $2\,NaO, SO_3$	= 144	geben	Kohlens. Natron $2\,NaO, CO_2$	= 108
Kohlens. Kalk $3\,CaO, CO_2$	= 150		Calciumoxysulfur. $2\,CaO, CaS$	= 100
Kohle $9\,C$	= 54		Kohlenoxydgas $10\,CO$	= 140
	348			348

a) Die Kohle verbrennt auf Kosten des Sauerstoffs des Glaubersalzes und bewirkt dadurch die Bildung von Schwefelnatrium und Kohlenoxydgas:

Glaubersalz NaO, SO_3	geben	Schwefelnatrium NaS
Kohle $4\,C$		Kohlenoxyd $4\,CO$

b) Das auf diese Weise entstandene Schwefelnatrium wird durch den kohlensauren Kalk unter Bildung von kohlensaurem Natron und Calciumoxysulfuret unter Entweichung eines Theiles der Kohlensäure zersetzt:

Schwefelnatrium $2\,NaS$	geben	Kohlens. Natron $2\,NaO, CO_2$
Kohlensaurer Kalk $3\,CaO, CO_2$		Calciumoxysulfuret $CaO, 2CaS$
		Kohlensäure CO_2

Nach Unger verliert, nachdem sich das Schwefelnatrium gebildet hat, der kohlensaure Kalk die Kohlensäure und es bleibt ein Gemenge zurück von Aetzkalk, Schwefelnatrium und Kohle, welches sich zu Calciumoxysulfuret und Aetznatron umsetzt, welches letztere durch Aufnahme der durch Verbrennung von Kohle entstandenen Kohlensäure in kohlensaures Natron übergeht.

Nach **Unger** geht die Sodabildung auf folgende Weise vor sich:

Glaubersalz $3\ NaO,\ SO_3 = 213$	geben	Calciumoxysulf. $CaO, 3\ CaS$	$= 136$
Kohlens. Kalk $4\ CaO, CO_2 = 200$		Natron $3\ NaO$	$= 93$
Kohle $19\ C = 114$		Kohlenoxyd $20\ CO$	$= 280$
		Kohle $3\ C$	$= 18$
527			527

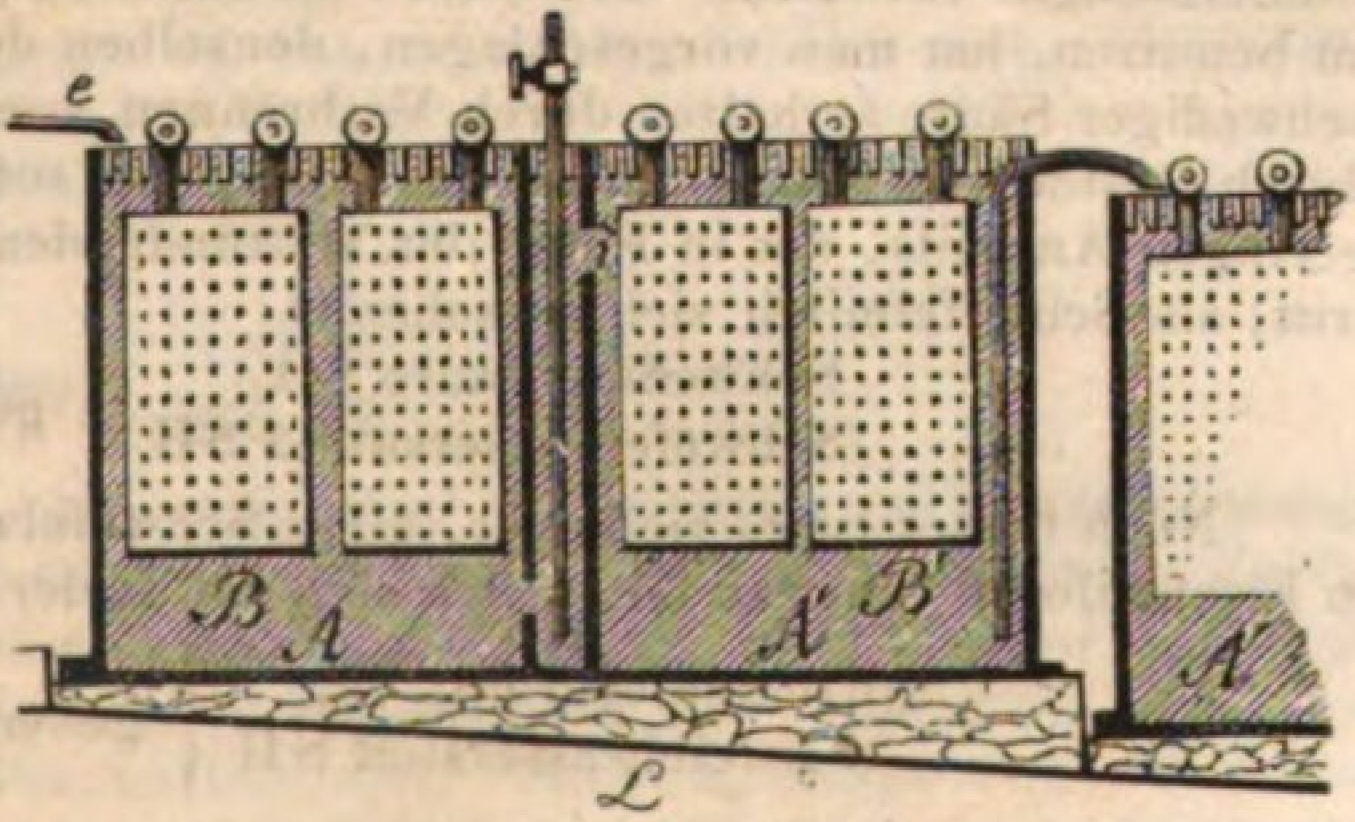
Diese drei Aequivalente Kohlenstoff würden durch Verbrennung in Kohlensäure übergehen und das Natron in kohlensaures Natron überführen.

Man wendet den kohlensauren Kalk als Kreide oder als Kalkstein an, welcher letztere möglichst frei sein muss von Thonerdesilicaten. Kalk und Kohle (Abfälle von Kohlen, Steinkohlengrus) wendet man fein gepulvert, das Glaubersalz wegen seiner Leichtschmelzbarkeit in groben Stücken an. Das Gemenge wird nun in einen Flammenofen eingetragen und möglichst gleichförmig ausgebreitet. Im Anfang führt der Luftzug einen Theil der Masse mit sich fort, weshalb der Ofen fest geschlossen gehalten wird; bald darauf fängt das Gemenge an zu schmelzen, bäckt zusammen und ballt sich. Die Masse wird mit eisernen Krücken durchgearbeitet. Sobald die Masse schmilzt und breiartig wird, entwickelt sie Kohlenoxydgas in reichlicher Menge, das aus dem Brei in Gestalt kleiner Flämmchen emporsteigt. Nach und nach steigert sich die Gasentwicklung dergestalt, dass die ganze Masse zu kochen scheint. Sobald die Kohlenoxydbildung nachlässt, wird die Masse in eiserne flache Kästen gekrückt in welchen sie erkaltet.

Die **rohe Soda** wird entweder der Raffination übergeben oder ohne Weiteres zur Fabrikation von Bouteillenglas, in der Seifensiederei und Bleicherei verwendet.

C. **Die Reinigung der rohen Soda.** Die rohe Soda erscheint als halbverschlackte Asche und bildet eine graue, mit Kohlenstückchen gemengte mehr oder minder feste Masse. Zuerst ist es nothwendig, aus der rohen Soda alle löslichen Theile herauszuziehen und auf diese Weise die unlöslichen Bestandtheile derselben (Calciumoxysulfuret, kohlensauren Kalk, Kohle, Thon und Sand) zu trennen. Das Auslaugen geschieht mit warmem Wasser. Um mit der geringsten Menge Wasser eine Erschöpfung der auszulaugenden Masse zu bewirken, bringt man die anfangs schwache Lauge wiederholt auf frische Mengen der auszulaugenden Masse.

Fig. 60.



Die zum Auslaugen angewendeten Gefässe *A, A* (Fig. 60) sind von Eisen und durch eingesetzte Doppelwände in zwei Theile getheilt; in diese Gefässe hängt man in blecherne durchlöcherte Kästen *B, B* die rohe Soda. Diese Auslaugegefässe sind terrassenähnlich neben einander aufgestellt, so dass die aus dem ersten Gefäss abfliessende Lauge nach einander durch sämmtliche Bottiche fliesst. Indem nun das erste Gefäss mit warmem Wasser angefüllt wird, während bei *e* fortwährend Wasser zufliesst, strömt die Lösung in die folgenden Bottiche, so dass man endlich eine gesättigte Lösung erhält. Um die Auflösung zu befördern, wird die Temperatur der Flüssigkeit mittelst eines in die Auslaugebottiche eintretenden Dampfrohrs auf 35 bis 40° erhalten. Wesentlich wird der Auslaugeprocess dadurch beschleunigt, dass die auszulaugende rohe Soda im oberen Theile der Flüssigkeit hängt, die sich um die Soda herum bildende gesättigte und schwere Lösung sinkt zu Boden und macht

neuer Flüssigkeit Platz. Die Lauge von 28—30° B. wird in Bleipfannen oder auch in einem Flammenofen zur Trockne gebracht. Das trockne Salz wird dann in einem Flammenofen stark erhitzt, durch diesen Process wird das Schwefelnatrium in schwefelsaures Natron und ein Theil des Hydrates in kohlensaures Natron umgewandelt. Das Salz ist, so wie es aus dem Ofen kommt, zum Verkaufe fertig. Die aus dem Sodasalz durch Behandeln in dem Flammenofen erhaltene Soda enthält ungefähr 48—53 pCt. verwerthbares Natron mit Kohlensäure und Wasser verbunden.

Auch das Sodasalz und die Sodaasche der Fabriken wird in Flammenöfen einem oxydirenden Kohlungsprocesse unterworfen; dadurch werden die letzten Spuren von Schwefel oxydirt und fast alles Natronhydrat in kohlensaures Natron verwandelt. Aus der so erhaltenen Soda (calcinirte Soda) stellt man das krystallisirte kohlensaure Natron dar. Die calcinirte Soda wird in siedendem Wasser gelöst, bis die Auflösung ein specifisches Gewicht von 1,250 zeigt. Die Krystallbildung wird durch Einhängen von 2—3 Zoll breiten Holzstäben in die Flüssigkeit sehr befördert. Das so erhaltene Salz hat die Formel $NaO, CO_2 + 10$ Aq. und besteht in 100 Theilen aus 21,8 Th. Natron, 15,4 Th. Kohlensäure und 62,8 Wasser.

Verwerthung der unlöslichen Rückstände. Der unlösliche Rückstand, welcher nach dem Auslaugen der rohen Soda zurückbleibt, ist wegen des sich daraus reichlich entwickelnden Schwefelwasserstoffgases eine Quelle grosser Unannehmlichkeiten sowohl für den Fabrikanten selbst, als auch für die ganze Umgegend. Zahlreiche Versuche, den Schwefel aus dem Rückstande wieder zu gewinnen, blieben bis jetzt ohne Erfolg. Der Schwefelgehalt beträgt über 13 pCt. Daher ist mit vollem Rechte der gänzliche Verlust des Schwefels die schwache Seite des Leblanc'schen Sodagewinnungsprocesses genannt worden.

Nach den Vorschlägen von Gossage und Favre soll man die gleichzeitig mit dem Rückstand in den Sodafabriken sich bildende Salzsäure benutzen, um den Schwefel der Rückstände zu verwerthen. Es werden die Rückstände in Wasser suspendirt und mit der Salzsäure behandelt; es bildet sich Chlorcalcium, während aller Schwefel als Schwefelwasserstoffgas entweicht. Um den in Gestalt von Schwefelwasserstoff entwickelten Schwefel zu benutzen, hat man vorgeschlagen, denselben durch eine gesättigte wässerige Lösung von schwefliger Säure (erhalten durch Verbrennen von Schwefelwasserstoff oder Schwefel, oder durch Rösten von Schwefelkies) zu leiten, wo sofort aller Schwefel (mit Ausnahme eines geringen Antheils, der in Folge der stattfindenden Reaction als Pentathionsäure $S_5 O_5$ auftritt) als Schwefelmilch sich ausscheidet:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Schweflige Säure } SO_2\\ \text{Schwefelwasserstoff } 2\,SH\end{array}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{array}{l}\text{Schwefel } 3\,S\\ \text{Wasser } 2\,HO\end{array}\right.$$

Noch besser ist es vielleicht, allen Schwefelwasserstoff behufs der Schwefelgewinnung in Eisenchloridlösung zu leiten, wo sich sofort der Schwefel ausscheidet:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Eisenchlorid } Fe_2\,Cl_3\\ \text{Schwefelwasserstoff } SH\end{array}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{array}{l}\text{Eisenchlorür } 2\,Fe\,Cl\\ \text{Salzsäure } Cl\,H\\ \text{Schwefel } S\end{array}\right.$$

Die salzsäurehaltige Eisenchlorürlösung geht an der Luft in Eisenchlorid über.

Nachdem sich eine hinreichende Menge Schwefel niedergeschlagen hat, trennt man denselben von der Flüssigkeit, worin er suspendirt ist. — Andere Vorschläge der Verwerthung der Sodarückstände beziehen sich auf deren Verwendung zur Darstellung von unterschwefligsaurem Natron, zur Bereitung von Cement, zu künstlichen Steinen.

Sonstige Verfahren der Darstellung von Soda. Unter den sonstigen Verfahren der Darstellung von Soda sind die Methoden von E. Kopp (in Saverne im Elsass) und von Dyar und Hemming erwähnenswerth. Nach Kopp's Verfahren der Sodafabrikation mischt man:

125 Kilogr. calcinirtes Glaubersalz,
80 „ Eisenoxyd,
55 „ Kohle

und schmilzt in einem gewöhnlichen Sodaschmelzofen:

$$\left.\begin{array}{l}2\,Fe_2\,O_3\\ 3\,NaO, SO_3\\ 16\,C\end{array}\right\}\begin{array}{c}\text{geben}\\ \text{beim}\\ \text{Glühen}\end{array}\left\{\begin{array}{l}Fe_4\,Na_3\,S_3\\ 14\,CO\\ 5\,CO_2\end{array}\right.$$

Die rohe eisenhaltige Soda absorbirt an der Luft ausser Wasser Sauerstoff und Kohlensäure und verwandelt sich in kohlensaures Natron und einen unlöslichen Rückstand von natriumhaltigem Schwefeleisen $Fe_4\ Na_3\ S_3$:

$$\left.\begin{array}{l} Fe_4 Na_3 S_3 \\ 2\,O \\ 2\,CO_2 \end{array}\right\} \text{geben} \left\{\begin{array}{l} 2\,NaO,\ CO_2 \\ F_4\ S_2 + NaS \end{array}\right.$$

Das Auslaugen wird mit Wasser von 30—40° vorgenommen. Ist die Lufttemperatur nicht zu hoch, so liefern die starken Lösungen im Allgemeinen ohne vorheriges Concentriren nach 24—48 Stunden eine reichliche und schöne Krystallisation von grossen farblosen Sodakrystallen. Der unlösliche Rückstand wird getrocknet und geröstet; die dabei sich entwickelnde schweflige Säure wird in den Bleikammern sofort wieder in Schwefelsäure übergeführt, welche wieder zur Umwandelung von Kochsalz in Glaubersalz dient, so dass also derselbe Schwefel immer wieder benutzt wird:

$$\left.\begin{array}{l} Fe_4\ Na\ S_3 \\ 14\ O \end{array}\right\} \text{geben} \left\{\begin{array}{l} 2\ Fe_2\ O_3 \\ NaO,\ SO_3 \\ 2\ SO_2 \end{array}\right.$$

Aus dem Röstrückstande wird das schwefelsaure Natron durch Auslaugen entfernt. Es ist nicht zu läugnen, dass das Kopp'sche Verfahren vor der Methode von Leblanc grosse Vorzüge darbietet.

Eine directe Ueberführung des Kochsalzes in kohlensaures Natron oder Soda ist auf mannichfache Weise versucht worden, ohne dass das Problem in genügender Weise gelöst worden wäre. Man muss indessen zugeben, dass in dieser Richtung noch viel zu leisten möglich ist.

Bringt man zweifach kohlensaures Ammoniak in concentrirter Lösung mit gesättigter Salzsoole zusammen, oder besser noch, mischt man die Salzsoole mit fein gepulvertem doppelt kohlensaurem Ammoniak und lässt die Mischung nach wiederholtem Umrühren einige Stunden ruhig stehen, so sondert sich das schwer lösliche zweifach kohlensaure Natron als krystallinisches Pulver aus und die darüberstehende Flüssigkeit ist eine wässerige Salmiaklösung. Da das zweifach kohlensaure Natron schon in schwacher Rothglühhitze in einfach kohlensaures Natron übergeht, so hat man darauf ein Verfahren der Sodafabrikation begründet. So haben Dyar und Hemming in England eine fabrikmässige Bereitung der Soda aus Kochsalz und doppelt kohlensaurem Ammoniak ausgeführt; mit welchem ökonomischen Erfolge, ist nicht bekannt. Das neue Verfahren von Schloesing, auf welches derselbe 1855 für England ein Patent erhielt, enthält einige Verbesserungen, obgleich es im Grunde dem vorstehenden Verfahren gleich ist. Schloesing benutzt zur Sodafabrikation eine concentrirte Kochsalzlösung, welche mit Ammoniak gesättigt ist, und Kohlensäuregas:

$$\left.\begin{array}{l} Cl\ Na \\ NH_3,\ HO \\ 2\ CO_2 \end{array}\right\} \text{geben} \left\{\begin{array}{l} NaO,\ HO,\ 2\ CO_2 \\ NH_4\ Cl \end{array}\right.$$

Die erste Operation besteht darin, Ammoniak und Kohlensäure auf Kochsalzlösung einwirken zu lassen. Man wendet hierzu an auf 100 Theile Wasser 30—33 Theile Kochsalz, 8½—10 Theile Ammoniak und Kohlensäure im Ueberschuss. Die Absonderung des unlöslich ausgeschiedenen zweifach kohlensauren Natrons von der Flüssigkeit bildet die zweite Operation. Man bewirkt dieselbe mittelst eines Centrifugalapparates. Soll die Soda vollkommen rein werden, so mischt man das Salz in Centrifugalapparate mit einer Lösung von zweifach kohlensaurem Natron. Die dritte Operation, das Calciniren des zweifach kohlensauren Natrons und die dadurch bewirkte Ueberführung in Soda, wird in einem Cylinder aus Eisenblech ausgeführt. Die entweichende Kohlensäure wird aufgefangen. Die vierte und fünfte Operation bezwecken die Wiedergewinnung der Kohlensäure und des Ammoniaks aus der Flüssigkeit, von welcher das Natronbicarbonat durch den Centrifugalapparat getrennt worden ist. Man erhitzt die Flüssigkeit erst für sich in einem Kessel, wobei Kohlensäure und Dämpfe von kohlensaurem Ammoniak entweichen. Diese leitet man durch einen Cylinder, in welchem eine gleichartige kalte Flüssigkeit über Koks herabrinnt. Diese Flüssigkeit absorbirt dabei die Ammoniakdämpfe, lässt aber die Kohlensäure weiter gehen, welche aufgefangen wird. Die Flüssigkeit wird darauf mit Kalkmilch erhitzt, so dass das Ammoniak ausgetrieben wird. Nachdem die Flüssigkeit von Kohlensäure und Ammoniak befreit ist, wird sie durch Absetzenlassen geklärt und dann das noch darin enthaltene Kochsalz durch Abdampfen wieder gewonnen, was die sechste Operation bildet. — Nach Versuchen von Heeren (1858) ist vorstehendes Verfahren mehr zur Darstellung von doppelt kohlensaurem Natron, als von Soda geeignet.

Aetznatron. Das **Aetznatron** kommt als feste Masse gegenwärtig als Hydrat (NaO, HO) häufig im Handel vor. Man erhält es durch Eindampfen der Aetznatronlauge bis zur Trockne. Das Aetznatron wird dargestellt durch Zersetzen des kohlensauren Natrons mittelst Aetzkalk, als Nebenprodukt bei der Verarbeitung des Kryolith auf schwefelsaure Thonerde (siehe Alaun), durch Glühen von Natronsalpeter mit Braunstein oder durch Erhitzen von Eisenoxyd mit kohlensaurem Natron, wobei Eisenoxyd-Natron sich bildet, welches beim Erhitzen in Aetznatron und Eisenoxyd zerfällt. Nach den Untersuchungen von Dalton entspricht

ein spec. Gewicht der Natronlauge	Natronprocenten
2,00	77,8
1,85	63,6
1,72	53,8
1,63	46,6
1,56	41,2
1,50	36,8
1,47	34,0
1,44	31,0
1,40	29,0
1,36	26,0
1,32	23,0
1,29	19,0
1,23	16,0
1,18	13,0
1,12	9,0
1,06	4,7

Zweifach kohlensaures Natron. Das **zweifach oder doppelt kohlensaure Natron** (*bicarbonate de soude*), NaO, HO, $2\,CO_2$, wird dargestellt, indem man gewaschenes Kohlensäuregas durch eine Auflösung von kohlensaurem Natron leitet. War die Lösung concentrirt, so scheidet sich das zweifach kohlensaure Natron als krystallinisches Pulver aus, war sie verdünnt, so erhält man grosse Krystalle. Da das Kohlensäuregas jedoch nur langsam von der Lösung absorbirt wird, so ist es vortheilhafter, die Kohlensäure auf das krystallisirte oder zum Theil verwitterte kohlensaure Natron einwirken zu lassen. Man nimmt ein inniges Gemenge von 1 Theil krystallisirtem kohlensauren Natron mit 4 Theilen verwittertem Salz oder auch ein Gemenge beider Salze zu gleichen Gewichtstheilen und bewirkt die Sättigung dieses Gemenges am einfachsten durch Hinstellen in flachen Schalen neben gährenden Most, Bierwürze oder Branntweinmaische. Wo Kohlensäure der Erde entströmt, ist die Bereitung dieses Salzes sehr vereinfacht.

Durch die Einwirkung des Kohlensäuregases auf das krystallisirte kohlensaure Natron entsteht zuerst Sesquicarbonat (2 NaO, $3\,CO_2$ + 3 HO, dem Urao und der Trona entsprechend) und aus diesem erst Bicarbonat (NaO, HO, $2\,CO_2$). Die neun Aequivalente Wasser, welche aus jedem Aequivalent des krystallisirten kohlensauren Natrons hierbei austreten, lösen einen Theil des kohlensauren Natrons auf und sammeln sich in einem Reservoir an. Diese Lösung dient bei weiteren Operationen zum Befeuchten der zu behandelnden Krystalle. Zuweilen stellt man auch das Kohlensäuregas durch die Einwirkung von Schwefelsäure auf kohlensauren Kalk oder, wo es die Umstände erlauben, von Salzsäure auf Marmor, Dolomit oder Bitterspath dar. Das so erhaltene zweifach kohlensaure Natron wird in einem Strome Kohlensäuregas bei etwa 40° getrocknet.

Man hat ferner vorgeschlagen, dass Natronbicarbonat dadurch darzustellen, dass man dem einfach kohlensauren Natron die Hälfte seines Natrons durch eine Säure entzieht, wobei die andere Hälfte mit der Kohlensäure zu Bicarbonat zusammentritt. Man löst zu diesem Zwecke $28\frac{1}{2}$ Theile krystallisirtes kohlensaures Natron in der doppelten Gewichtsmenge warmen Wassers und bringt die Lösung in einen grossen Glasballon. Darauf bringt man durch eine bis auf den Boden des Ballons reichende Trichterröhre $4\frac{9}{10}$ Th. englische Schwefelsäure in die Flüssigkeit, wobei dieselbe nicht bewegt werden darf. Beim ruhigen Stehenlassen scheidet sich nach einigen Tagen das Bicarbonat in Krystallen ab, welche mit

Wasser abgespült und getrocknet werden. — Durch Fällen einer concentrirten Kochsalzlösung mit zweifach kohlensaurem Ammoniak erhält man sofort einen Niederschlag von zweifach kohlensaurem Natron, während die darüberstehende Flüssigkeit Salmiak enthält.

Das zweifach kohlensaure Natron krystallisirt in monoklinischen Tafeln, reagirt schwach alkalisch und verliert schon bei 70°, so wie beim Kochen seiner Lösung Kohlensäure und geht in einfach kohlensaures Natron über. An trockener Luft verwandelt es sich nach und nach in anderthalb kohlensaures Salz.

Man benutzt es zur Entwicklung von Kohlensäure bei der Herstellung von moussirenden Getränken, so wie zur Bereitung eines Bades zum Vergolden und Verplatiniren. Endlich ist es in neuerer Zeit zum Entschälen der Wolle vorgeschlagen worden. Es soll die Seide und die Wolle weit weniger angreifen als Seife und Ammoniak.

1 Gramm dieses Salzes giebt, mit einer Säure vollständig zersetzt, ungefähr 270 Kubikcentimeter Kohlensäuregas, entsprechend 0,52 Grm.

Der Schwefel.

Schwefel. Der Schwefel findet sich häufig im gediegenen Zustande im Gyps und in den damit in Verbindung stehenden Thon- und Mergellagern, im Flötz- und im tertiären Gebirge, selten auf Lagern und Gängen, im krystallinischen Schiefer- und Uebergangsgebirge; ferner auf Braun- und Steinkohlenflötzen. Ausserdem kommt er besonders als vulkanisches Sublimationsprodukt vor, in solcher Gestalt findet er sich z. B. in grosser Menge auf Sicilien, von wo aus fast ganz Europa mit Schwefel versorgt wird. Der Schwefel setzt sich auch aus den Schwefelquellen (z. B. dem Aachner Wasser) ab. Der Schwefel kommt ferner mit Metallen verbunden als Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, Rothgültigerz u. s. w. und mit Sauerstoff als Schwefelsäure im Gyps, Schwerspath, Cölestin u. s. w., vor. Das Vorkommen des Schwefels in Gestalt von natürlichem Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure ist für die Technik von keiner Bedeutung.

Die Bereitungsart des käuflichen Schwefels geschieht auf viererlei Weise:

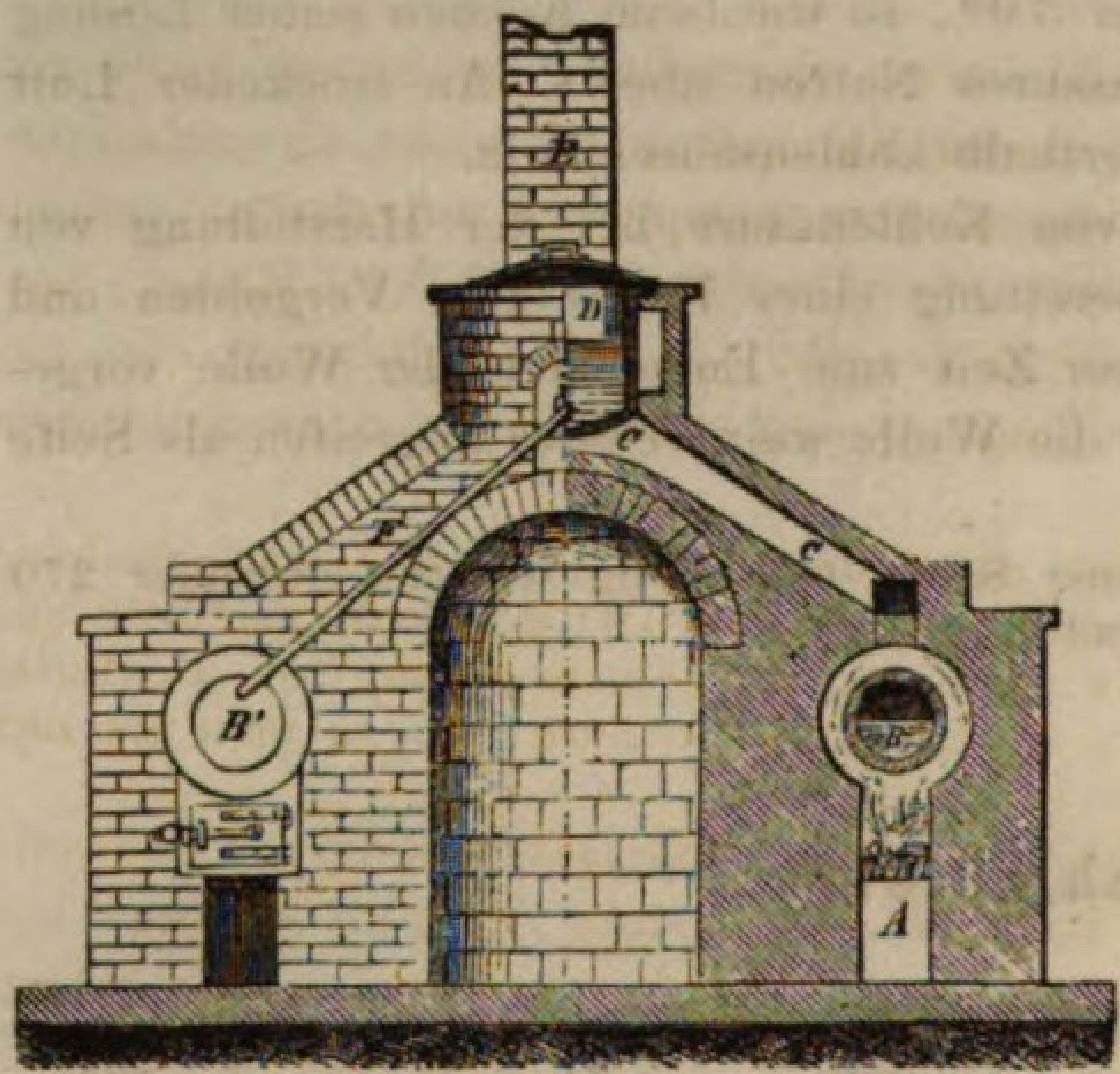
a) durch Reinigung oder Läuterung des natürlichen Schwefels;
b) durch Destillation von Schwefelkies;
c) als Nebenprodukt beim Rösten von Kupferkiesen;
d) durch Einwirkenlassen von Schwefelwasserstoff auf schweflige Säure oder auf Eisenchlorid.

Der durch Ausschmelzen erhaltene Schwefel ist der Rohschwefel; er enthält bis zu 8—10 pCt. erdige Theile. Um ihn davon zu befreien, wird er der Raffination unterworfen und beliebig entweder in Form von Stangen als Stangenschwefel oder als feines Pulver als Schwefelblumen in den Handel gebracht.

Der zur Raffination des Schwefels dienende Apparat besteht wesentlich aus einem oder aus zwei gusseisernen Cylindern *B B'* (Fig. 61 und 62), welche die Stelle einer Retorte vertreten, und einer grossen Kammer *G*, welche als Vorlage dient. Der erste Cylinder *B* wird durch den darunter befindlichen Feuerraum erhitzt. Die Flamme umspielt den Cylinder und entweicht nebst den Verbrennungsgasen durch den Schornstein *E*, nachdem sie vorher durch die Züge *C* einen Theil ihrer Wärme an den Kessel *D* abgegeben hat, in welchem der Schwefel eine vorläufige Reinigung erleidet und durch das Rohr *F* in den Cylinder *B* fliesst. Die Cylinder *B''* münden in die gewölbte Schwefelkammer, welche aus Backsteinen construirt ist. An dem

einen Ende der Kammer ist eine Thüröffnung Q, welche von Innen durch eine mit Blei überzogene Thüre von Eisenblech, von Aussen durch Backsteine geschlossen ist.

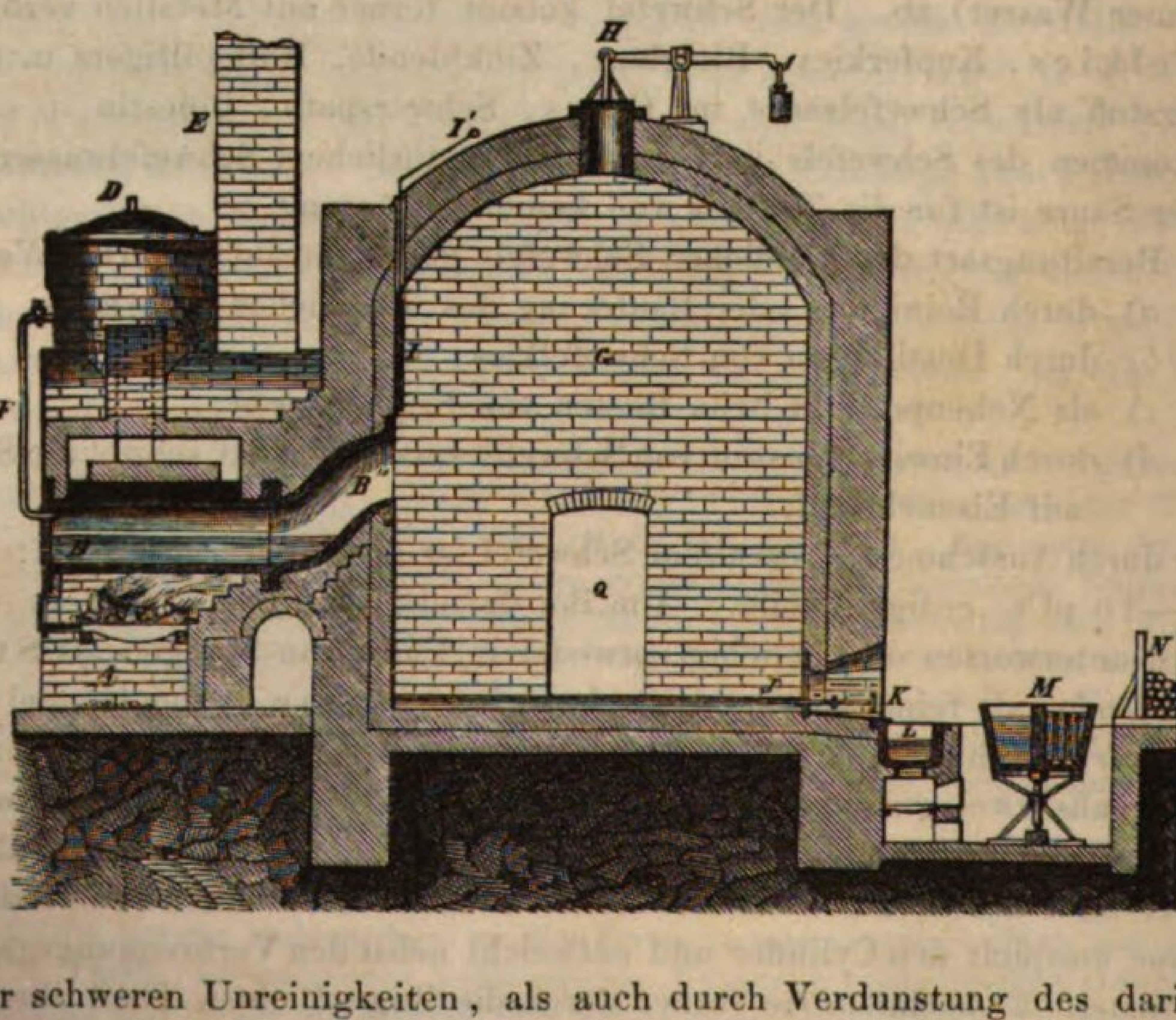
Fig. 61.



Am unteren Theile der Kammer ist in einer gusseisernen Platte ein rundes Loch, welches durch eine konische Stange J, K verschlossen oder geöffnet werden kann. Der durch J ausfliessende Schwefel läuft in den Kessel L, neben welchem ein in Fächer abgetheilter Drehbottich M sich befindet, in welchen der Schwefel in Stangenform gebracht wird; die Schwefelstangen werden bei N aufgespeichert.

Stangenschwefel. Soll **Stangenschwefel** dargestellt werden, so verfährt man auf folgende Weise: Man beschickt einen jeden Cylinder mit Rohschwefel, lutirt die Schliessdeckel und erhitzt den einen Cylinder; sobald die Destillation darin bis zur Hälfte vorgeschritten ist, beginnt man mit dem Erhitzen des zweiten Cylinders. Die Verbrennungsgase aus beiden Herden steigern die Temperatur des Kessels D dergestalt, dass der Schwefel schmilzt und sich dadurch reinigt, sowohl durch Ab-

Fig. 62.



setzen der schweren Unreinigkeiten, als auch durch Verdunstung des darin enthaltenen Wassers und Abscheidung leichter Körper an der Oberfläche. Sobald die Destillation des ersten Cylinders vorüber ist, beschickt man ihn von Neuem und zwar aus dem Kessel D mit Hülfe des Rohres F. Jede Destillation dauert acht

Stunden; man erhält mit den beiden Cylindern in 24 Stunden in sechs Operationen 1800 Kilogr. Schwefel. Da die Temperatur in der Kammer stets über 112° bleibt, so erhält sich der Schwefel darin flüssig. Sobald die Schicht des geschmolzenen Schwefels dick genug ist, zieht man ihn in den kleinen Kessel *L* ab und schöpft ihn in Holzformen.

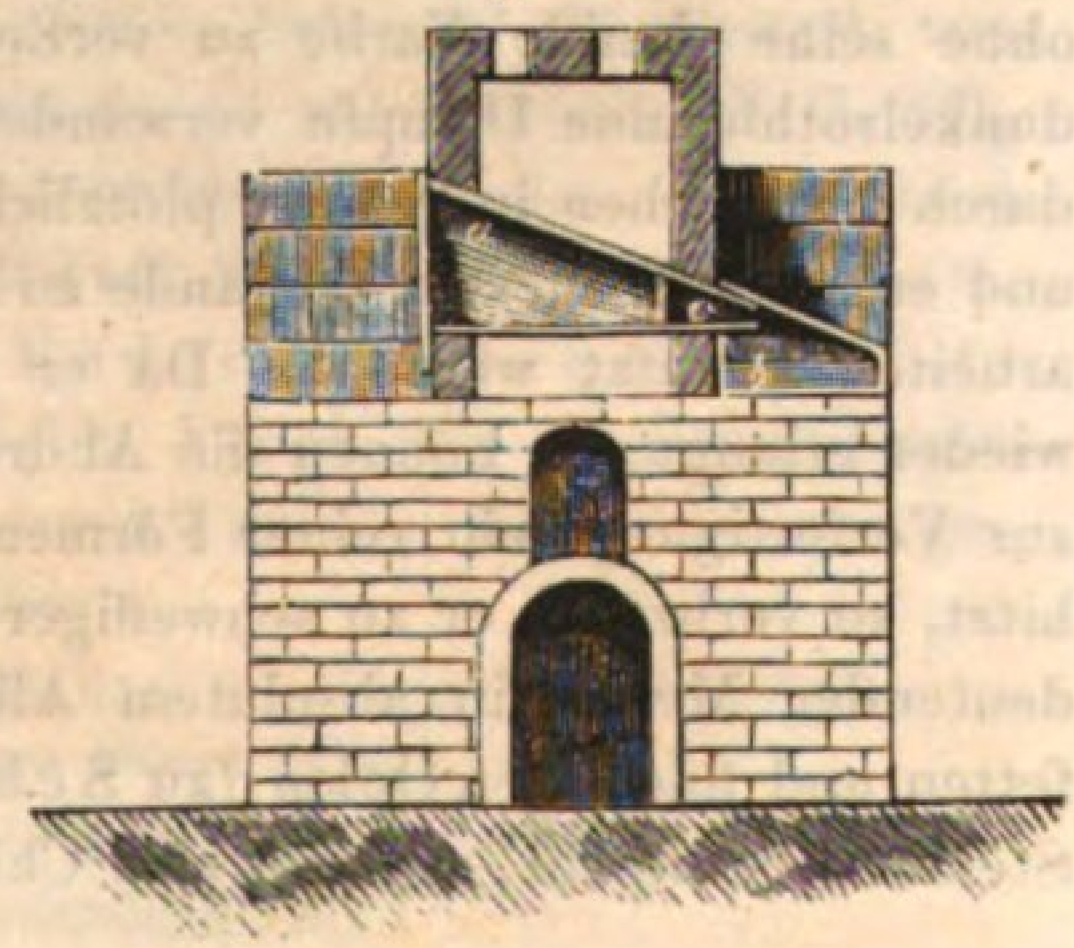
Schwefelblumen. Will man **Schwefelblumen** darstellen, so ist das Verfahren das nämliche, nur darf die Temperatur in der Kammer 110° nicht überschreiten, weil sonst der Schwefel schmilzt. Um diese niedere Temperatur zu erhalten, nimmt man in dem Zeitraume von 24 Stunden nur zwei Destillationen à 150 Kilogr. vor. Sobald die am Boden der Kammer befindliche Schicht von Schwefelblumen eine gewisse Höhe erreicht hat, öffnet man die Thüre *G* und schaufelt die Schwefelblumen heraus.

Bei der Destillation des Schwefels findet ein Verlust von 11—20 pCt. statt, welcher zum Theil in dem Verbrennen von Schwefel seinen Grund hat. Der grauschwarze Rückstand in den Kesseln führt den Namen **Schwefelschlacke**. Die im Handel sich findenden Schwefelblumen enthalten stets schweflige Säure und Schwefelsäure, wovon man sie zum grössten Theile durch Auswaschen mit Wasser befreien kann.

Darstellung des Schwefels durch Destillation von Schwefelkies. Der Schwefelkies (FeS_2) kann auch zur Darstellung von Schwefel Anwendung finden. Der Schwefelkies besteht in 100 Theilen aus 46,7 Theilen Eisen und 53,3 Theilen Schwefel und ist demnach so zusammengesetzt, dass, wenn man ihm genau die Hälfte des Schwefels entzieht, Eisen und Schwefel in einem solchen Verhältniss mit einander verbunden zurückbleiben, dass durch Oxydation dieser Verbindung Eisenvitriol sich bildet. Der Schwefelkies kann mithin 26,65 Theile Schwefel verlieren, ohne dadurch zur Eisenvitrioldarstellung untauglich zu werden. Wollte man jedoch die Hälfte des in dem Schwefelkies enthaltenen Schwefels durch Erhitzen austreiben, so würde eine Temperatur anzuwenden sein, bei welcher das zurückbleibende Einfach-Schwefeleisen schmelzen, sich in die zur Destillation angewendeten Thoncylinder ziehen und dieselben zerstören würde. Man begnügt sich deshalb, nur 13—14 pCt. Schwefel aus dem Schwefelkies durch Erhitzen abzuscheiden, wobei der Rückstand pulverförmig bleibt und die Destillationsgefässe nicht angreift.

Das übliche Verfahren der Darstellung von Schwefel aus Schwefelkies durch **Destillation** ist folgendes: Man erhitzt den Schwefelkies in konischen Röhren aus feuerfestem Thon, welche, wie Fig. 63 zeigt, geneigt über einer Feuerung liegen. Die untere Oeffnung wird mit einer siebähnlich durchlöcherten Scheibe aus gebranntem Thon verschlossen, welche den Schwefelkies herabzufallen verhindert und doch dem ausgeschmolzenen Schwefel entweder im flüssigen Zustande oder als Schwefeldämpfe Austritt gestattet. An diesem Ende befindet sich eine thönerne Röhre, durch welche der Schwefel in eine mit Wasser versehene Vorlage gelangt. Die konischen Röhren werden mit gröblich gepochtem Schwefelkies beschickt, mit auflutirten Thonplatten verschlossen und dann erhitzt. Der in der Vorlage befindliche **Rohschwefel** ist von grau-grüner Farbe und wird durch Schmelzen zum Theil gereinigt; der so erhaltene Schwefel kommt in Stücken als **geschmolzener Schwefel** in den Handel. Um ihn von beigemengtem Schwefelarsenik zu be-

Fig. 63.



freien, läutert man ihn durch Destillation. Der Rückstand von der Läuterung des Rohschwefels ist der Rossschwefel, welcher in der Thierheilkunde Anwendung findet.

Gewinnung des Schwefels durch Rösten von Kupferkies.

Es lässt sich der Schwefel aus den Kiesen auch durch Röstung gewinnen. Hierbei ist der Schwefel Nebenprodukt bei der Gewinnung des Kupfers; aus kiesigen Kupfererzen (gewöhnlich Kupferkies) wurde früher am Unterharz in tropfsteinähnlicher Gestalt der sogenannte Jungfernschwefel gewonnen, indem man den Schwefel aus einer Oeffnung in die Seite des Rösthaufens heraustropfen liess.

Gegenwärtig gewinnt man den Schwefel noch durch Rösten von Kupferkiesen zu Agordo (in Venedig) und in Mühlbach (Salzburg), wo man im Jahre 1861 gegen 1800 Ctr. Rohschwefel producirte.

Gewinnung des Schwefels durch Reaction von Schwefelwasserstoff auf schweflige Säure.

Dumas machte die Beobachtung, dass, wenn man $^1/_3$ Schwefelwasserstoffgas verbrennt und die erzeugte schweflige Säure nebst $^1/_3$ Schwefelwasserstoffgas in eine feucht zu erhaltende Kammer leitet, man fast allen Schwefel erhalten könne.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Schweflige Säure } SO_2\\ \text{Schwefelwasserstoff } 2\ SH\end{array}\right\}\ \text{geben}\ \left\{\begin{array}{l}\text{Schwefel } 3\ S\\ \text{Wasser } 2\ HO\end{array}\right.$$

Diese Reaction, wobei übrigens ein Theil des Schwefels durch Bildung von Pentathionsäure verloren geht, ist nun häufig zu Grunde gelegt worden, um den Schwefel aus Gyps, Schwerspath, dem Rückstande der Sodafabrikation wieder zu gewinnen. Das Verfahren kommt bei allen Vorschlägen darauf hinaus, dass man z. B. Schwerspath durch Glühen mit Kohle zu Schwefelbarium reducirt, letzteres mit Salzsäure übergiesst, um auf der einen Seite Chlorbarium, auf der anderen Schwefelwasserstoffgas zu erhalten, welches man entweder zum Theil verbrennt und dann, nach obiger Reaction, durch unverbrannten Schwefelwasserstoff in Schwefel überführt oder das Schwefelwasserstoffgas sofort in Wasser leitet, in welches zugleich schwefligsaures Gas, durch Rösten von Schwefelkies erzeugt, geleitet wird. *)

Durch Reaction von schwefliger Säure auf Kohle.

Leitet man schweflige Säure über glühende Kohlen, so verbrennen letztere zu Kohlensäure und der Schwefel wird ausgeschieden. Schwefelwasserstoffgas zerfällt, wenn es durch rothglühende Röhren geleitet wird, in seine Bestandtheile.

Durch Erhitzen von Schwefelwasserstoff.

Eigenschaften und Anwendung des Schwefels.

Der Schwefel besitzt in seinem gewöhnlichen Zustande eine eigenthümliche gelbe Farbe, die bei 100° dunkler wird und bei — 50° fast verschwindet, lässt sich leicht pulverisiren, hat ein spec. Gewicht von 1,98—2,06, schmilzt bei 112° zu einer dünnflüssigen gelben Flüssigkeit, beginnt bei 160° dickflüssiger und pomeranzengelb zu werden, wird bei 220° zäh und röthlich, zwischen 240 und 260° sehr zäh und rothbraun, über 340° wieder etwas flüssiger, bis er, ohne seine dunkle Farbe zu verlieren, bei 420° zu sieden beginnt und sich in dunkelrothbraune Dämpfe verwandelt. Wenn man bis auf 230° erhitzten Schwefel durch Eintauchen in Wasser plötzlich abkühlt, so erhält man ihn weich und plastisch und er kann in diesem Zustande zu Abdrücken von Medaillen und überhaupt Gravirarbeiten benutzt werden. Da er nach einigen Tagen seine ursprüngliche Härte wieder erlangt, so können die Abdrücke, die er liefert, wieder als Matrizen dienen zur Verfertigung sehr reiner Formen. Wird der Schwefel bei Zutritt der Luft erhitzt, so verbrennt er zu schwefliger Säure. Er löst sich nicht in Wasser, in unbedeutender Menge in absolutem Alkohol und Aether, weit leichter in erwärmten fetten und flüchtigen Oelen (zu Schwefelbalsam), leicht in Schwefelkohlenstoff, Steinkohlentheeröl, Benzol und Chlorschwefel. Er löst sich ferner beim Kochen mit

*) Dass man den Schwefel aus dem Schwefelwasserstoff auch durch Leiten des letzteren Gases in Eisenchlorid erhalten kann, ist bereits Seite 178 angegeben worden.

Natron- oder Kalilauge, mit Lösungen von Ein- oder Zweifach-Schwefelkalium oder -calcium, mit Lösungen gewisser Sulfosalze (z. B. der Verbindung Sb S_3, NaS, welche dadurch in Sb S_5, NaS übergeht) und endlich mit schwefligsauren Alkalien, welche dadurch in unterschwefligsaure Salze übergeführt werden.

Man benutzt den Schwefel zur Schwefelsäurefabrikation, zur Bereitung des Schiesspulvers, der Zündrequisiten und Schwefelfäden, zum Schwefeln des Weines und des Hopfens, zur Herstellung von schwefliger Säure, schwefligsauren und unterschwefligsauren Salzen, Schwefelkohlenstoff, zur Herstellung von Zinnober, Musivgold und anderen Schwefelmetallen, zur Fabrikation von Ultramarin, zum Kitten, zum Vulkanisiren des Kautschuks und der Guttapercha etc.

Der meiste Schwefel kommt, wie oben bemerkt, aus Sicilien. Die Totalausfuhr Siciliens betrug

1853	1,800,000 Ctr.	1857	2,400,000 Ctr.
1854	2,100,000 „	1858	3,000,000 „
1855	2,000,000 „	1859	2,900,000 „
1856	2,500,000 „	1860	2,500,000 „

Die schweflige Säure. Die schweflige Säure wird erhalten

a) durch Oxydation des Schwefels,

b) durch Reduction der Schwefelsäure,

c) durch Combination von a) und b).

Die Darstellung der schwefligen Säure durch Oxydation des Schwefels geschieht α) durch Verbrennen von Schwefel (Stangenschwefel oder Schwefelblumen) an der Luft; β) durch Rösten von Schwefel- oder Kupferkies; γ) durch Erhitzen von Braunstein mit Schwefelpulver.

Wo es die Localität gestattet, ist die Darstellung der schwefligen Säure durch Rösten von Schwefelkies oder Kupferkies (und anderen natürlichen Schwefelmetallen, wie Zinkblende etc.) zuweilen vortheilhaft, namentlich behufs der Fabrikation von Schwefelsäure. Wo die schweflige Säure als Conservationsmittel von Nahrungsstoffen und Rohmaterialien zur Fabrikation von Nahrungsmitteln dienen soll, wie z. B. beim Schwefeln des Hopfens, des Weins etc., darf diese Art der Darstellung von schwefliger Säure nicht Platz greifen, weil die so erzeugte schweflige Säure stets mit arseniger Säure gemengt ist. Durch Erhitzen von Metalloxyden mit Schwefel kann nur unter gewissen Bedingungen mit Nutzen schweflige Säure dargestellt werden. Man wendet an entweder Braunstein oder Kupferoxyd, ersterer giebt, je nach dem Gewichtsverhältniss der Materialien, entweder nur die Hälfte oder sämmtlichen angewendeten Schwefel in Gestalt von schwefliger Säure. Auch durch Erhitzen von Eisenvitriol mit Schwefel ($FeO, SO_3 + 2\ S = FeS + 2\ SO_2$) stellt man zuweilen schweflige Säure dar. Zinkvitriol giebt beim Erhitzen schweflige Säure (und Sauerstoff $ZnO, SO_3 = SO_2 + O + ZnO$).

Die Darstellung der schwefligen Säure durch Reduction der Schwefelsäure findet häufig Anwendung, doch ist in vielen Fällen die schweflige Säure Nebenprodukt. Man reducirt die Schwefelsäure durch Erhitzen derselben mit gewissen Metallen, wie Kupfer, Quecksilber oder Silber:

Schwefelsäure 2 SO_3, HO Kupfer Cu	geben	Schwefelsaures Kupferoxyd CuO, SO_3 Schweflige Säure SO_2 Wasser 2 HO

Es bildet sich hierbei eine kleine Menge Schwefelkupfer.

In Fällen, in denen eine Verunreinigung der schwefligen Säure mit Kohlensäure und Kohlenoxydgas nicht nachtheilig ist, reducirt man die Schwefelsäure durch Kohlenstaub, Hobelspäne, Sägespäne etc.

Schwefelsäure 2 SO_3, HO = 98	geben	Schweflige Säure 2 SO_2	= 64
Kohle C = 6		Kohlensäure CO_2	= 22
		Wasser 2 HO	= 18
104			104

Da bei dieser Operation Schwefelsäure und Holz endlich vollständig in schweflige Säure, Kohlensäure und Wasser übergehen, so kann die Gasentwickelung ununterbrochen stattfinden, wenn man nur von Zeit zu Zeit bald neues Holz, bald neue Schwefelsäure zusetzt. Schwefelsäuredämpfe zerfallen beim Ueberhitzen in schweflige Säure und Sauerstoffgas ($SO_3, HO = SO_2 + O + HO$).

Die Reduction der Schwefelsäure durch Schwefel ist als ein combinirtes Verfahren der Darstellung der schwefligen Säure durch Oxydation und durch Reduction zu betrachten:

Schwefelsäure 2 SO_3, HO	geben	Schweflige Säure 3 SO_2
Schwefel S		Wasser 2 HO

Die Operation ist indessen sehr ungestüm und schwer zu regeln, da der Schwefel schon bei einer Temperatur schmilzt, die weit niedriger ist, als die, bei der Reaction stattfindet. Mit der schwefligen Säure geht ferner häufig Schwefeldampf über, welcher sich in den Gasleitungsröhren absetzt und dieselben verstopft.

Die schweflige Säure ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses, stechend riechendes Gas. Sie löst sich in Wasser in beträchtlicher Menge. In Weingeist löst sie sich noch reichlicher als in Wasser. Bei Gegenwart von Wasser treten alle höheren Oxydationsstufen des Stickstoffs an die schweflige Säure Sauerstoff ab und verwandeln dieselbe zu Schwefelsäure, während sie selbst zu Stickoxyd reducirt werden. Chlor verwandelt die feuchte schweflige Säure gleichfalls in Schwefelsäure; Jod verhält sich ebenso. Mit Schwefelwasserstoff zusammengebracht, findet Schwefelausscheidung statt.

Die Hauptanwendung der schwefligen Säure in der Technik ist eine eben so wichtige als mannichfaltige, sie dient zur Schwefelsäurefabrikation, in der Papierfabrikation als Antichlor, zur Bereitung des in photographischer Beziehung wichtigen unterschwefligsauren Natrons, zum Conserviren (Schwefeln) des Weins, des Hopfens, der comprimirten Gemüse, des Fleisches, des Dextrinsyrups, des Zuckersaftes bei der Rüben- und Rohrzuckerfabrikation, zum Bleichen von thierischen Substanzen (Seide, Wolle, Badeschwämme, Federn, Leim, Darmsaiten, Hausenblase), welche durch Chlor nicht farblos, sondern gelb gefärbt werden, von Korb- und Strohgeflechten, von arabischem Gummi u. s. w.

Das Bleichen durch schweflige Säure lässt sich auf zwei wesentlich von einander verschiedene Ursachen zurückführen, nämlich in den meisten Fällen auf eine blose Verhüllung, in einigen wenigen Fällen aber auf eine wirkliche Zerstörung des Farbstoffes. Die Pigmente der meisten blauen und rothen Blumen, Früchte u. s. w. gehen mit der schwefligen Säure farblose Verbindungen ein: die Farbe ist aber nicht zerstört. Eine durch schweflige Säure gebleichte Rose erhält durch Befeuchten mit verdünnter Schwefelsäure ihre ursprüngliche rothe Farbe wieder. Die Farbstoffe der gelben Blumen verhalten sich indifferent gegen schweflige Säure und werden durch dieselbe nicht gebleicht. Manche Farben, wie das Indigblau, der Carmin und der gelbe Farbstoff der Seide, werden anfänglich durch schweflige Säure nicht gebleicht, später aber findet eine Bleichung statt dadurch, dass unter dem Einflusse des Lichtes der mit ihr gemengte Sauerstoff, d. h. eine Zerstörung der genannten Farben vermittelt.

Die sauerstoffentziehende Eigenschaft der schwefligen Säure hat man auch in neuerer Zeit als Feuerlöschmittel benutzt.

Schwefligsaurer Kalk. Der neutrale schwefligsaure Kalk, CaO, SO_2 + 2 HO (in 100 Th. 41 Th. schweflige Säure enthaltend) verdient alle Beachtung, indem in dieser Verbindung die schweflige Säure in einem Zustande in den Handel gebracht werden kann, in welchem sie Haltbarkeit, leichte Transportfähigkeit und billigen Preis vereinigt. Bei der Anwendung macht man die schweflige Säure durch Schwefelsäure oder Salzsäure frei. — Der schwefligsaure Baryt ist dem Kalksalz vielleicht noch vorzuziehen. —

Unterschweflig-saures Natron. Das unterschwefligsaure Natron, NaO, $S_2O_2 + 5$ Aq., ein in neuerer Zeit vielfältig und zwar zu photographischen Zwecken, in der Metallurgie zum Lösen des Chlorsilbers aus den mit Kochsalz gerösteten Silbererzen, in der Kattundruckerei als Mordant, als Antichlor in der Papierfabrikation u. s. w. angewendetes Salz, lässt sich auf verschiedene Weise darstellen. Nach Anthon mengt man 4 Theile calcinirtes Glaubersalz mit 1—1¼ Theil Holzkohlenpulver, befeuchtet das Gemenge und setzt es, in einen Tiegel oder ein eisernes Gefäss gepackt, 6—10 Stunden der Rothglühhitze aus. Die Masse wird zerkleinert, mit Wasser befeuchtet und in dünnen Lagen der Einwirkung von schwefliger Säure ausgesetzt. Die wässerige filtrirte Lösung lässt man abdampfen und krystallisiren.

Nach E. Kopp's Methode stellt man zunächst unterschwefligsauren Kalk dar, indem man schweflige Säure auf das Calciumoxysulfuret der Sodafabriken (vergl. Seite 178) einwirken lässt, und das so erhaltene Kalksalz durch eine Lösung von schwefelsaurem Natron zersetzt, wobei sich Gyps niederschlägt und unterschwefligsaures Natron in Lösung bleibt.

Es hat die in technischer Beziehung so wichtige Eigenschaft, mit Silberoxyd ein leicht lösliches Doppelsalz (unterschwefligsaures Silberoxyd-Natron) zu bilden und daher unlösliche Silberverbindungen, wie Jodsilber und Chlorsilber mit Leichtigkeit aufzulösen, daher seine Anwendung in der Daguerreotypie und Photographie und zur Silbergewinnung auf nassem Wege. Unterschwefligsaures Natron löst Jod in grosser Menge, darauf beruht seine Anwendung in der Chlorometrie und überhaupt den jodometrischen Methoden, von denen einige auch in technischer Hinsicht von Wichtigkeit sind.

Die Schwefelsäurefabrikation.

(SO_3, HO = 49; in 100 Theilen 81,5 Th. Schwefelsäure, 18,5 Th. Wasser; technisches Aequivalent = 53.)

Schwefelsäure. Man unterscheidet im Handel zwei Sorten Schwefelsäure:

a) die rauchende oder Nordhäuser Schwefelsäure (Vitriolöl), destillirt aus Eisenvitriol oder zweifach schwefelsaurem Natron oder durch Zersetzen von Glaubersalz mit Borsäure behufs der Fabrikation von Borax;

b) die englische oder gewöhnliche Schwefelsäure, entweder aus schwefliger Säure durch deren Oxydation mittelst Salpetersäure erzeugt, oder aus natürlichen Sulfaten, wie z. B. Gyps, abgeschieden.

Rauchende Schwefelsäure. In der Rothglühhitze werden alle schwefelsauren Salze zersetzt, mit Ausnahme der schwefelsauren Verbindungen der Alkalien und alkalischen Erden. Es können deshalb alle schwefelsauren Salze, mit Ausnahme der genannten, zur Fabrikation der rauchenden Schwefelsäure Anwendung finden. Seiner Billigkeit wegen giebt man dem Eisenvitriol zum Brennen des Vitriolöls den Vorzug. Dieses Salz zerfällt in der Rothglühhitze in Eisenoxyd, wasserfreie Schwefelsäure und schweflige Säure:

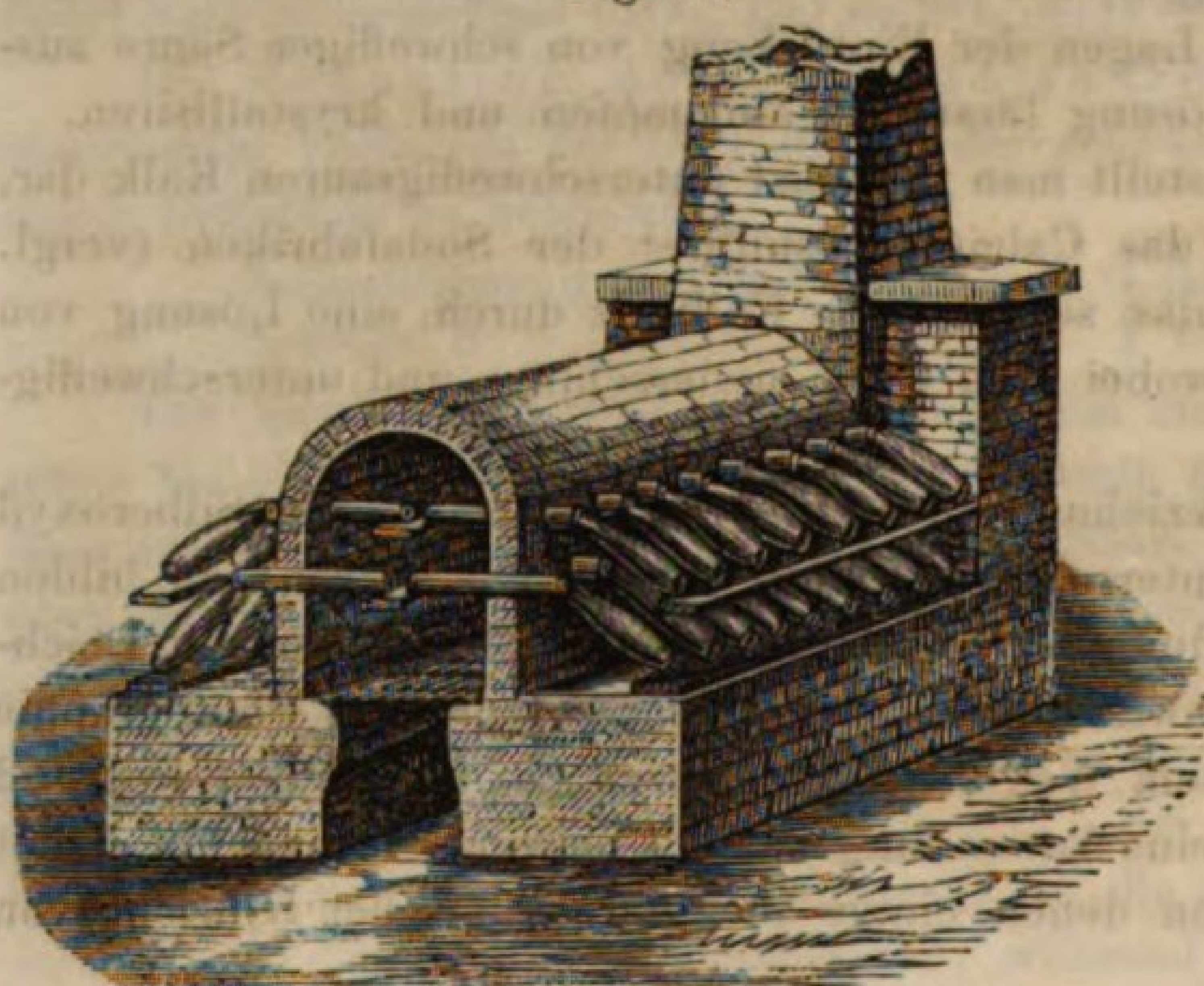
Eisenvitriol 2 FeO, SO_3 liefert { Eisenoxyd Fe_2O_3; Schwefelsäure SO_3; Schweflige Säure SO_2 }

Man würde durch das Brennen des Eisenvitriols wasserfreie Schwefelsäure erhalten, wenn es möglich wäre, denselben vollständig zu entwässern. Es bleibt beständig Wasser zurück und man erhält deshalb die sogenannte rauchende

Schwefelsäure, ein veränderliches Gemenge von wasserfreier Schwefelsäure, dem ersten Hydrate ($2\ SO_3 + HO$) und dem zweiten ($SO_3 + HO$).

Die Darstellung der rauchenden Schwefelsäure geschieht auf folgende Weise: Die Eisenvitriollösung oder Vitriolmutterlauge wird bis zur Trockne abgedampft und in Kesseln möglichst entwässert. Die trockene Salzmasse (Vitriolstein) wird in dem Brennofen (Fig. 64) weiter behandelt, dieser Ofen ist ein Galeerenofen, in welchem die Feuerung in zwei Reihen von feuerfesten irdenen Kolben, deren Hälse so eingemauert sind, dass die Mündungen der Vorlagen bequem in dieselben eingeführt und verkittet werden können, erhitzt. Wenn die Kolben — ein jeder mit 2,5 Pfd. der Masse — beschickt worden sind, fängt man an zu erhitzen; die zuerst übergehende schweflige Säure enthaltende wasserhaltige Schwefelsäure wird gewöhnlich nicht aufgefangen. Beginnen aber weisse Nebel von wasserfreier Schwefelsäure sich zu zeigen, so legt man die Vorlagen, welche ungefähr 2 Loth Wasser enthalten, vor und beginnt die Destillation, nachdem die Fugen mit Kitte lutirt worden sind. Nach 24—36 Stunden ist die Destillation beendigt. Die Kolben werden von Neuem gefüllt und bei beginnender Destillation dieselben Vorlagen mit der schon übergegangenen Säure abermals vorgelegt. Nach viermaligem Abtreiben hat das Vitriolöl die erforderliche Concentration. Der in den Retorten bleibende Rückstand ist rothes, noch etwas Schwefelsäure enthaltendes Eisenoxyd (Colcothar). Die Ausbeute an rauchender Schwefelsäure beträgt zwischen 45—50 pCt. vom Gewicht des entwässerten Eisenvitriols.*)

Fig. 64.



Man destillirt weit zweckmässiger schwefelsaures Eisenoxyd, aus Colcothar und englischer Schwefelsäure bereitet, wobei man das in dem Kolben zurückbleibende Eisenoxyd immer wieder benutzen kann. Häufig bringt man auch in die Vorlage englische Schwefelsäure und leitet in diese wasserfreie Schwefelsäure, die man durch Brennen von vollkommen entwässertem Eisenvitriol oder besser durch Erhitzen von schwefelsaurem Eisenoxyd erhält. Das bei der Bereitung der Salpetersäure aus Chilisalpeter als Rückstand bleibende zweifach schwefelsaure Natron ($NaO, SO_3 + HO, SO_3$) wird gegenwärtig in Frankreich ebenfalls zur Fabrikation der rauchenden Schwefelsäure benutzt. Bei der Destillation bleibt Glaubersalz und ein Theil des Wassers zurück, während ein Gemenge von wasserfreier Schwefelsäure mit Schwefelsäurehydrat übergeht. Man hat auch in Frankreich angefangen, mit der Fabrikation von Borax die von rauchender Schwefelsäure zu verbinden. Zu diesem Zwecke destillirt man ein Gemenge von calcinirtem Glaubersalz und Borsäure und leitet die sich entwickelnden Dämpfe von wasserfreier Schwefelsäure in englische Schwefelsäure.

Die rauchende Schwefelsäure ist ölartig, von bräunlich-gelber bis dunkelbrauner Farbe und stechendem Geruche nach schwefliger Säure. An der Luft raucht sie; beim Erhitzen giebt sie Dämpfe von wasserfreier Schwefelsäure. Ihr specifisches

*) In Davidsthal in Böhmen erhält man aus 14 Ctr. Vitriolstein (geschmolzenem Eisenvitriol) in 36 Stunden 5½ Ctr. rauchende Schwefelsäure.

Gewicht = 1,86 — 1,92. Man benutzt sie fast nur noch zum Auflösen des Indigs. 4 Theile rauchender Schwefelsäure lösen 1 Theil Indig, während von der englischen 8 Theile dazu erforderlich sind.

Englische Schwefelsäure.

Die englische oder gewöhnliche Schwefelsäure besteht in ihrer höchsten Concentration aus SO_3, HO.

Nach dem gegenwärtig üblichen Verfahren der Schwefelsäurefabrikation, nach welchem man schweflige Säure in Kammern leitet, in denen sich Salpetersäure in geeigneten Gefässen befindet, ist wohl kaum zu bezweifeln, dass folgende Processe stattfinden:

I. Durch die schweflige Säure wird die Salpetersäure in Untersalpetersäure zersetzt, die schweflige Säure geht dabei in Schwefelsäure über:

Schweflige Säure SO_2 Salpetersäure NO_5, HO	geben	Untersalpetersäure NO_4 Schwefelsäure SO_3, HO

II. Das vorhandene Wasser zerlegt die Untersalpetersäure in Salpetersäure und salpetrige Säure:

Untersalpetersäure 2 NO_4 Wasser HO	geben	Salpetersäure NO_5, HO Salpetrige Säure NO_3

III. Durch die weitere Einwirkung des Wassers wird die salpetrige Säure in Salpetersäure und Stickoxydgas zerlegt:

Salpetrige Säure 3 NO_3 Wasser HO	geben	Salpetersäure NO_5 HO Stickoxydgas 2 NO_2

IV. Durch die anwesende atmosphärische Luft wird das Stickoxyd zu Untersalpetersäure ($NO_2 + 2\,O = NO_4$) oxydirt.

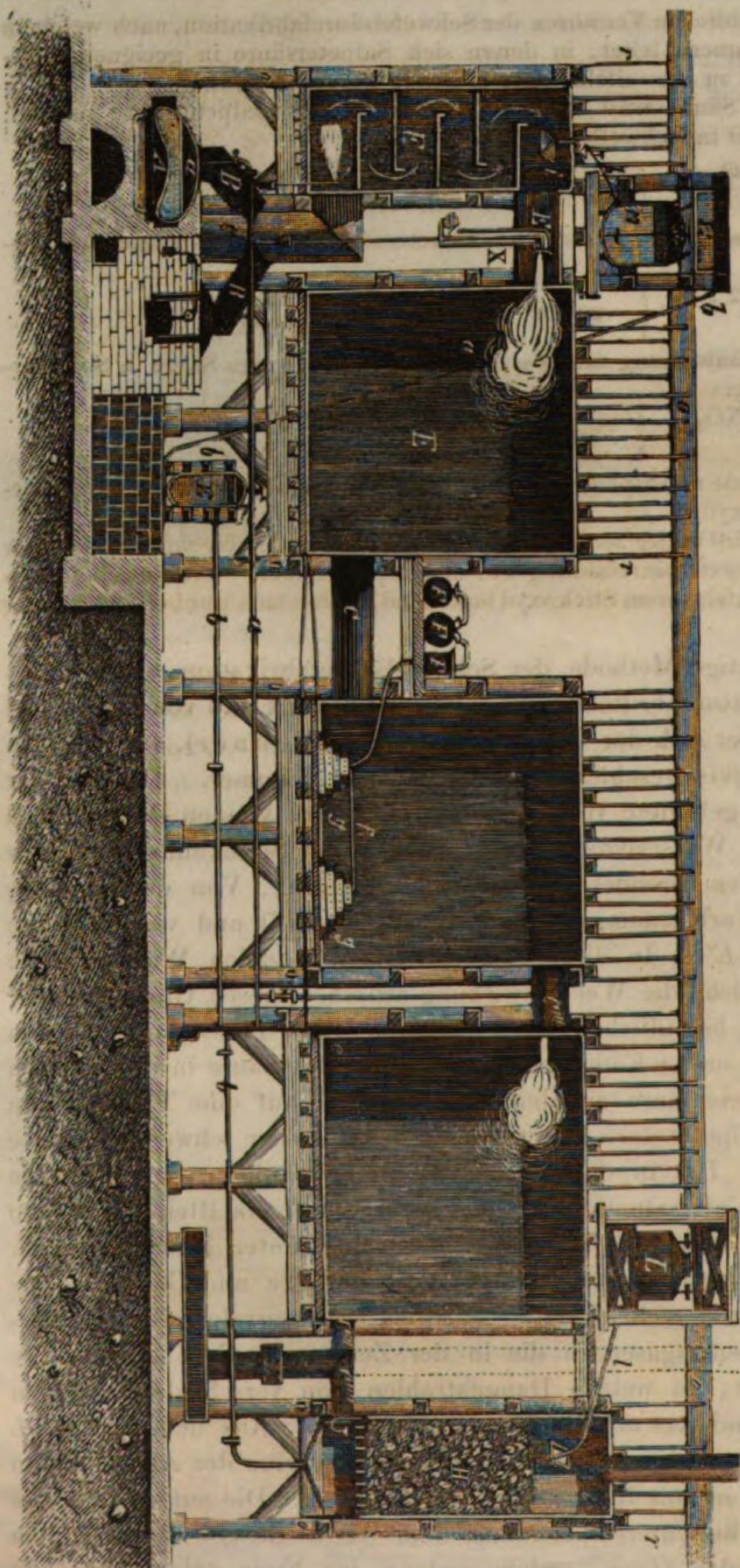
Die Untersalpetersäure wird weiter zersetzt und bei fortwährend zuströmender schwefliger Säure ist der Process der Schwefelsäurebildung ein ununterbrochener. Die zuweilen entstehenden Krystalle (aus schwefelsaurem Stickoxyd bestehend) bilden sich nur bei fehlerhafter Leitung des Processes.

Das neuere Verfahren der Schwefelsäurefabrikation.

Die heutige Methode der Schwefelsäurefabrikation wurde 1774 von einem Kattunfabrikanten in Rouen eingeführt und von Chaptal verbessert. Hierbei befindet sich der Ofen *A* (Fig. 65) (Brenner), auf welchem das Verbrennen des Schwefels geschieht, ausserhalb der Kammer. Die bei der Verbrennung des Schwefels gebildete Wärme erzeugt in einem kleinen Dampfkessel den zum Betriebe nöthigen Wasserdampf. Ein zweiter mit Steinkohlen geheizter Dampfkessel liegt neben dem Brenner und dient als Reserve. Von dem Brenner führt ein Blechrohr *B* die Verbrennungsgase in den Kanal *C*, *D* und von da in die kleinere erste Bleikammer *E'*. In diese Kammer treten zugleich Wasserdämpfe (Hochdruckdämpfe) ein, welche die Wechselwirkung zwischen diesen Gasen und der auf dem Boden der Kammer befindlichen, salpetersäurehaltigen Flüssigkeit und den Luftzug befördern. Aus der ersten Kammer geht die schweflige Säure in den zweiten Tambour, in welchem Salpetersäure aus den Flaschen *F*, *F* auf eine Terrasse von Steinzeug *f*, *g* fällt. Die Salpetersäure bietet auf diese Weise der schwefligen Säure eine grosse Oberfläche dar. Die in dem zweiten Tambour gebildete Schwefelsäure enthält Salpetersäure und Untersalpetersäure und geht durch ein Bleirohr in den ersten Tambour zurück, in welchem die schweflige Säure unter Mitwirkung der Wasserdämpfe die in der Schwefelsäure enthaltene Salpetersäure und Untersalpetersäure in Stickoxyd verwandelt, welches letztere sofort in Untersalpetersäure übergeht und mit den Verbrennungsgasen in die in der Zeichnung nicht angedeutete grosse Kammer *F* geht, in welche Dampfstrahlen von verschiedenen Seiten treten, die Gase mischen und das nöthige Wasser zuführen. Aus dem Gefässe *L* läuft concentrirte Schwefelsäure in einem dünnen Strahle in eine der Abtheilungen des Schaukelapparates *i* in dem mit Koks gefüllten Apparate *H*. Die auf diese Weise benetzten Koks absorbiren die Untersalpetersäure und das Stickoxyd der aus dem letzten Tambour einströmenden Gase, welche sodann ins Freie gelangen. Die

Schwefelsäure fliesst aus dem Apparate H durch das Rohr b nach dem Bleikessel L' und wird durch den Druck des gleichzeitig einströmenden Dampfes, ähnlich wie bei einem Monte-jus, nach dem Gefäss L'' gehoben; von da gelangt sie nach M und fällt von da in die Bleikammer herab. Die grosse Kammer ist am grössten und liegt am tiefsten, so dass alle andern Kammern die in ihnen entstandene Schwefelsäure durch angebrachte Röhren dorthin entleeren können. Die Kammern haben keinen Boden, sondern stehen in flachen, aus starken Brettern verfertigten und mit Blei ausgefütterten Gefässen von geringer Tiefe. Der Boden dieser Gefässe ist mit einer dünnen Schicht von concentrirter Schwefelsäure bedeckt, damit die einströmende salpetersäurehaltige Schwefelsäure die Bleiplatten nicht zerstört.

Fig. 65.



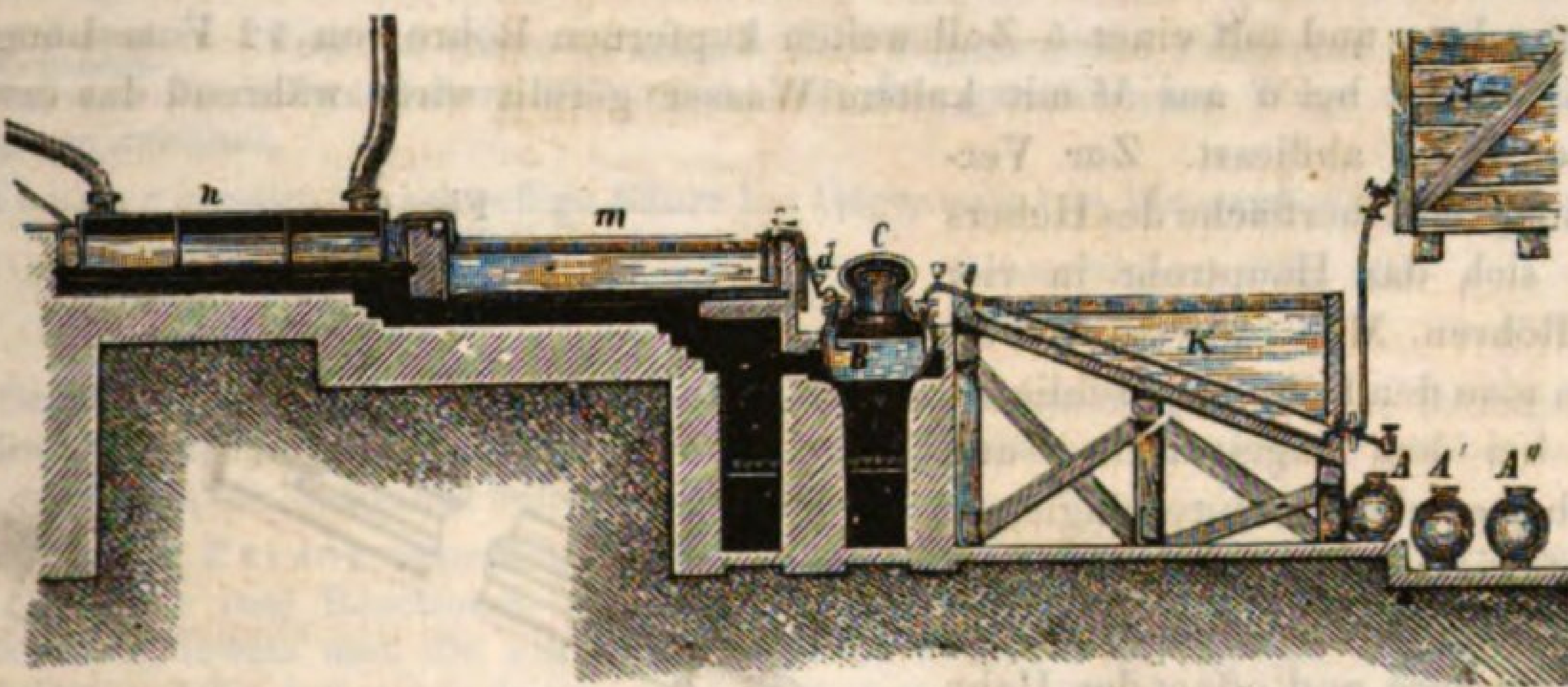
Die Säure, welche sich nun aus den verschiedenen Tambours des Apparates in den Bleikammern angesammelt hat (**Kammersäure**), wird von hier abgezogen, sobald sie ein specifisches Gewicht von 1,5 oder 50° B. erreicht hat. Diese Säure wird entweder, wie z. B. bei der Sodafabrikation, der Darstellung von Stearinsäure, Salpetersäure, Eisenvitriol etc., sofort verwendet oder, wenn sie versendet werden soll, durch Abdampfen zur höchsten Concentration gebracht.

Concentration der Kammersäure. Die Concentration der Kammersäure zerfällt in zwei verschiedene Arbeiten. Die erste kann in Bleigefässen ausgeführt werden, die zweite dagegen erfordert die Anwendung von Platin- oder Glasgefässen. In Bleipfannen kann die

Schwefelsäure nur bis zu einer gewissen Concentration gebracht werden, weil sonst das Blei angegriffen und sogar schmelzen würde. Schwache Schwefelsäure greift das Blei nur wenig an, concentrirte und siedende Säure dagegen bildet unter Entwickelung von schwefliger Säure schwefelsaures Bleioxyd. Manche Fabrikanten concentriren ihre Säure bis zu 60° B. in den Bleipfannen, andere nur bis zu 55°, noch andere nur bis zu 52° B.

Die zur Concentration angewendeten Bleipfannen sind viereckig, weit und ziemlich flach und ruhen auf Eisenplatten, so dass sie nicht unmittelbar von dem Feuer getroffen werden. Ihre Aufstellung ist terrassenförmig (Fig. 66), so dass die

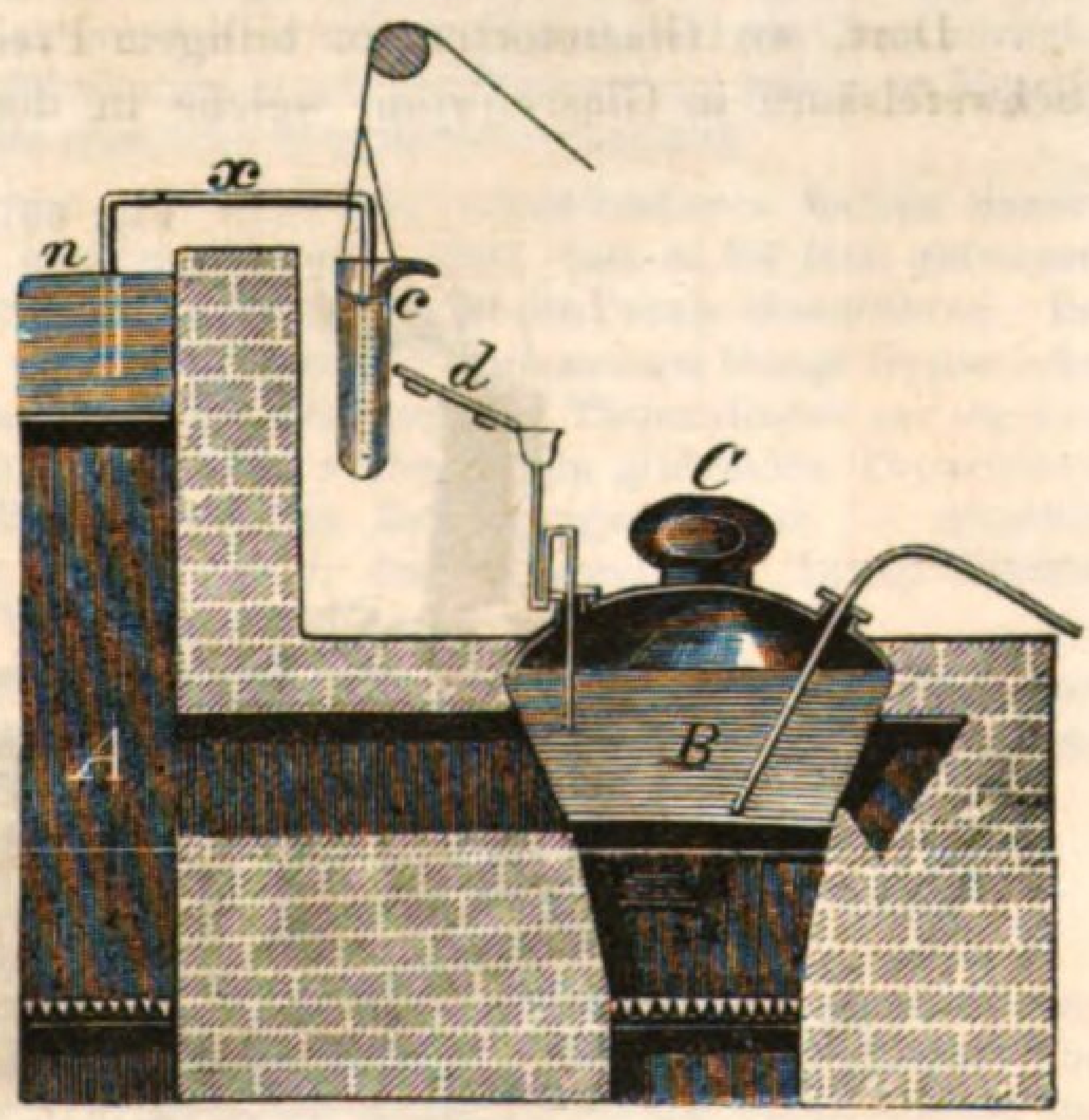
Fig. 66.



erste *m*, unter deren Vordertheil der Rost liegt, am niedrigsten steht, und die beiden übrigen *n* durch die erwärmte Luft, die unter denselben fortströmt, erwärmt werden. Die Schwefelsäure wird daher in der ersten Pfanne am stärksten, in der letzten Pfanne am schwächsten erhitzt. Die Säure darf in den Bleipfannen höchstens 8 bis 12 Zoll hoch stehen.

Nachdem die Säure in den Bleipfannen bis zur erforderlichen Concentration gelangt ist, bringt man sie zur weiteren Concentration in Glas-, Steingut- oder Platingefässe.

Fig. 67.

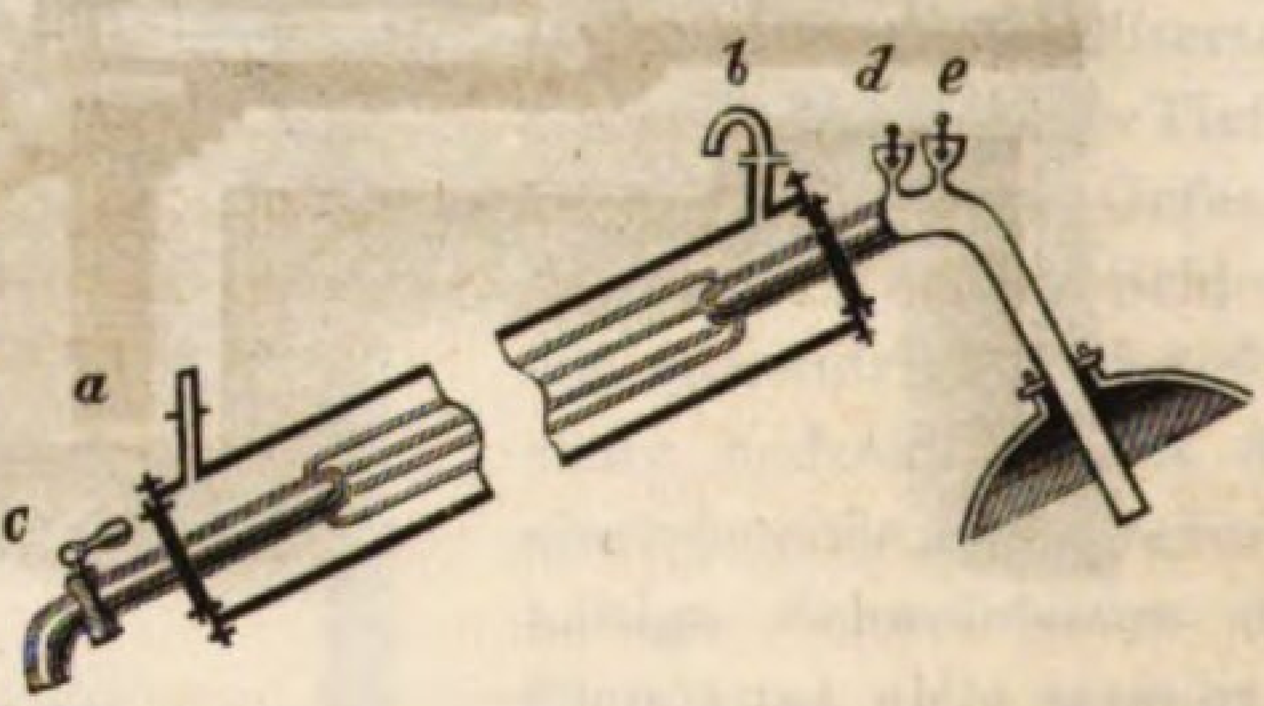


Der gegenwärtig angewendete Platinkessel (Fig. 67) befindet sich neben den Bleipfannen; die Einrichtung ist so getroffen, dass die Feuerung des Kessels mit dem Feuerraum *A* communicirt. Er wird von der Pfanne, in der das Niveau fast unveränderlich bei *n* ist, durch den Bleiheber *x* gespeist, dessen längerer Schenkel in ein Gefäss taucht, das mit Hülfe einer fixen Rolle bis über das Niveau *n* gehoben und auch wieder bis zur Rinne *d* niedergelassen werden kann. Sobald das erstere der Fall ist, steht die

Schwefelsäure in der Pfanne und dem Gefässe in gleichem Niveau und der Heber ist geschlossen; wirkt aber der Heber gesenkt, so beginnt der Heber an zu spielen und die Säure fliesst durch den Ausguss *c* und den Trichter *d* in den Kessel *B*. Der auf demselben befindliche Helm *C* mündet in das Schlangenrohr eines Kühlapparates, in welchem die überdestillirte verdünnte Säure verdichtet wird. Die condensirte Flüssigkeit besteht zuerst aus Wasser mit sehr wenig Säure. Sobald aber die Temperatur der siedenden Säure bis auf 310—320⁰ gestiegen ist, verdichtet sich in dem Kühlapparat die concentrirteste Säure.

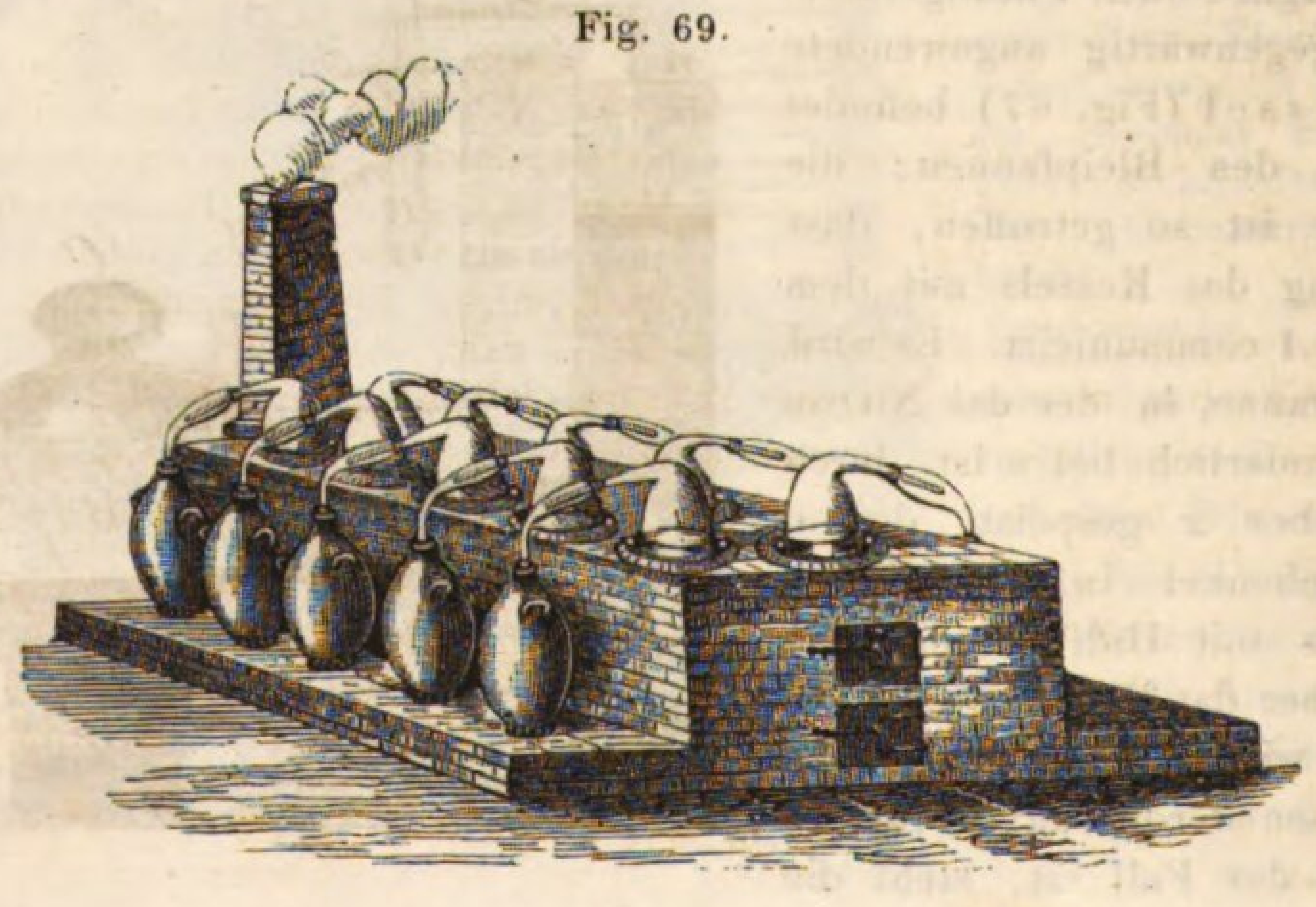
Um die bis zu 1,78 bis 1,80 specifischem Gewicht concentrirte Säure aus dem Kessel zu entfernen, bedient man sich des Breant'schen Hebers (Fig. 68); derselbe ist von Platin. Sein ausserhalb des Kessels befindlicher Schenkel ist ungefähr 15 Fuss lang und mit einer 5 Zoll weiten kupfernen Röhre von 12 Fuss Länge versehen, welche bei *a* aus *M* mit kaltem Wasser gefüllt wird, während das erwärmte Wasser bei *b* abfliesst. Zur Vermehrung der Oberfläche des Hebers theilt sich das Hauptrohr in vier enge Röhren. Man füllt den Heber, indem man den Hahn bei *c* schliesst, dann bei dem Kugelventile *b* und dem bei *e* Schwefelsäure eingiesst; darauf giesst man zum luftdichten Verschluss in die Kugelventile etwas Schwefelsäure und öffnet den Hahn bei *c*, worauf die Schwefelsäure abfliesst. Müsste man mit dem Abziehen der Säure warten, bis dieselbe sich in dem Kessel abgekühlt hätte, so würde man Zeit verlieren und der Kessel nicht in einem seinem hohen Preise entsprechenden Verhältnisse benutzt werden können. Die Säure tritt siedend heiss in den kürzeren Schenkel des Hebers, der in dem Kühlapparat *K* liegt, kühlt sich aber, während sie durch den längeren Schenkel fliesst, ab und gelangt ziemlich erkaltet in die zur Versendung dienenden Krüge oder Ballons *A*, *A'*, *A''*.

Fig. 68.



Dort, wo Glasretorten zu billigem Preise zu haben sind, concentrirt man die Schwefelsäure in Glasretorten, welche in der Zahl von 10 in Sandbädern in einem

Fig. 69.



Galeerenofen (Fig. 69, s. S. 192) liegen. Die Retorten sind mit Allongen versehen, welche in irdene Ballons münden, um die sich entwickelnden Dämpfe zu condensiren.

Das technisch-chemische Aequivalent der gewöhnlichen englischen Schwefelsäure, das man bei technischen Operationen benutzt, ist 53,5.

Dort, wo der Schwefelkies in grosser Menge sich findet und etwa viermal wohlfeiler ist als der Schwefel oder wo kiesige Erze zum Zweck der Metallausbringung geröstet werden müssen, ist es sehr vortheilhaft, sich der hierbei erzeugten schwefligen Säure zur Schwefelsäurefabrikation zu bedienen. Zu Ocker bei Goslar am Harz verwendet man die schwefelkiesreichen Kupfererze des Rammelsberges, zu Davidsthal bei Falkenau in Böhmen und an vielen anderen Orten den Schwefelkies. Die Oefen, in denen die Verbrennung der Kiese vor sich geht, müssen so beschaffen sein, dass eine Röstung stattfinden kann. Es ist auch vorgeschlagen worden, Wasserdämpfe über die erhitzten Kiese zu leiten, wobei Schwefelwasserstoffgas sich bildet, welches zu schwefliger Säure und Wasser verbrannt wird.

Andere Methoden der Schwefelsäurefabrikation. Von den vielen in neuerer Zeit aufgetauchten Principien der Darstellung der Schwefelsäure auf anderen, als dem gewöhnlichen Wege seien einige der wichtigeren erwähnt.

Hahner oxydirt die schweflige Säure bei Gegenwart von Wasserdämpfen durch Chlor:

Schweflige Säure SO_2 Wasserdämpfe 2 HO Chlor Cl	geben	Schwefelsäure SO_3, HO Salzsäure Cl H

Das Chlor wird aus der bei der Sodafabrikation entstehenden Salzsäure erzeugt. Soll die Schwefelsäure wieder zur Zersetzung von Kochsalz dienen, so braucht sie begreiflicher Weise nicht von der Salzsäure befreit zu werden.

Dem von Persoz neuerdings beschriebenen Verfahren der Schwefelsäuredarstellung liegen folgende zwei Reactionen zu Grunde: 1) Oxydation der schwefligen Säure durch Salpetersäure, indem man die schweflige Säure entweder in bis auf 100° erhitzte Salpetersäure leitet, welche vorher mit dem vier- bis sechsfachen Volumen Wasser verdünnt wurde, oder in eine Mischung von einem salpetersauren Salze mit Salzsäure, wodurch sich nun Chloruntersalpetersäure N Cl_2 O_2 bildet; 2) die Dämpfe der Untersalpetersäure werden wieder mittelst des Sauerstoffs der Luft unter Mitwirkung von Wasserdämpfen zu Salpetersäure oxydirt, welche man darauf wieder zur Oxydation von schwefliger Säure verwendet. Das Verfahren von Persoz soll folgende Vortheile bieten: 1) es macht die Bleikammern überflüssig; 2) es lässt sich schweflige Säure beliebigen Ursprungs anwenden, wenn sie auch mit Stickstoff, Kohlensäure und anderen Gasen gemengt ist. Die schweflige Säure lässt sich daher nicht nur durch Verbrennung von Schwefel und Rösten von Schwefelmetallen, sondern auch auf die Weise erzeugen, dass man Eisen-, Kupfer- und Zinkvitriol bei erhöhter Temperatur der Einwirkung von Wasserstoff, Kohlenoxyd, Kohle oder organischen Substanzen aussetzt, wobei schweflige Säure sich entwickelt und ein Metall oder ein Oxyd zurückbleibt, so dass sich mit der Schwefelsäurefabrikation auch die Gewinnung gewisser Metalle verknüpfen lässt; es wird immer wieder die nämliche Salpetersäure benutzt.

Um die Schwefelsäure aus dem Gyps und ähnlichen schwefelsauren Salzen darzustellen, sind schon unzählige Vorschläge gemacht worden, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, nur eines der verschiedenen vorgeschlagenen Verfahren in die Praxis einzuführen. Im Folgenden seien einige dieser Vorschläge näher angeführt: Tilghmann bringt Gypsstücke in einem vertikal stehenden, inwendig mit Magnesit überzogenen Thoncylinder zur starken Rothglühhitze, leitet durch den Boden und die damit verbundenen glühenden Thonröhren Wasserdämpfe und durch den Deckel die gasförmigen Zersetzungsprodukte — nämlich Sauerstoff, Schwefelsäure und schweflige Säure — nach den Bleikammern. In der Retorte soll Aetzkalk zurückbleiben; in gleicher Weise wird Bittersalz behandelt.

Shanks bringt in einen steinernen Behälter gepulverten Gyps und Chlorblei und eine grössere Menge bis auf 50—60° erhitztes Wasser. Die Mischuug muss tüchtig umgerührt werden. Beide Salze zersetzen sich sehr schnell:

Gyps CaO, SO_3 + 2 HO Chlorblei Pb Cl	geben	Chlorcalcium Ca Cl Schwefels. Bleioxyd PbO, SO_3 Wasser 2 HO

Das Chlorcalcium bleibt aufgelöst, während das schwefelsaure Bleioxyd einen Niederschlag bildet, welchen man, nachdem das Chlorcalcium getrennt wurde, mit Salzsäure und zwar, um eine vollständige Zersetzung zu bewirken, mit mehr als einem Aequivalente behandeln muss:

Schwefelsaures Bleioxyd PbO, SO_3 } geben { Chlorblei $Pb\,Cl$
Salzsäure ClH } { Schwefelsäure SO_3, HO

Die Mischung wird umgerührt und bis auf etwa 60° erhitzt, wobei Chlorblei sich am Boden ansammelt und die Schwefelsäure in die Lösung übergeht. Die Schwefelsäure wird auf die gewöhnliche Weise concentrirt. Das Chlorblei dient wieder zur Zersetzung von schwefelsaurem Kalk. Ein ähnliches Verfahren ist von Seckendorff beschrieben worden.

Leitet man salzsaures Gas über bis zum Glühen erhitzten Gyps, so entweicht Schwefelsäure und Chlorcalcium bleibt zurück:

Gyps $Ca\,O, SO_3$ } geben { Schwefelsäure SO_3, HO
Salzsäure $H\,Cl$ } { Chlorcalcium $Ca\,Cl$

Eigenschaften und Anwendung der Schwefelsäure.

Die höchst concentrirte englische Schwefelsäure SO_3, HO enthält 18,46 pCt. Wasser, hat ein specifisches Gewicht von 1,845 und ist eine im reinen Zustande vollkommen farblose Flüssigkeit, welche aber gewöhnlich durch zufällig hineingerathene Staubtheilchen gelblich oder bräunlich gefärbt ist. Ihre Consistenz ist eine dickflüssige und ölartige. Sie zerstört viele organische Stoffe unter Abscheidung von Kohle, raucht nicht an der Luft und ist in so hohem Grade hygroskopisch, dass sie nach und nach das Fünfzehnfache ihres Volumens Wasser anzuziehen vermag. Mit Wasser gemischt entbindet sie grosse Mengen von Wärme. Die Schwefelsäure besitzt unter allen flüchtigen Säuren die grösste Verwandtschaft zu den Basen und treibt beim Erhitzen alle übrigen flüchtigen Säuren aus ihren Salzen aus; dagegen wird die Schwefelsäure aus ihren Salzen in der Glühhitze ausgetrieben durch Kieselsäure, Borsäure und Phosphorsäure. Der Siedepunkt der höchst concentrirten Säure liegt bei 326°.

Tabelle über den Gehalt der englischen Schwefelsäure an wasserfreier Schwefelsäure bei verschiedenem specifischen Gewicht und 15,5° Temperatur:

Schwefelsäurehydrat.	Specifisches Gewicht.	Wasserfreie Säure.	Schwefelsäurehydrat.	Specifisches Gewicht.	Wasserfreie Säure.
100	1,8485	81,54	76	1,6630	61,97
99	1,8475	80,72	75	1,6520	61,15
98	1,8460	79,90	74	1,6415	60,34
97	1,8439	79,09	73	1,6321	59,55
96	1,8410	78,28	72	1,6204	58,71
95	1,8376	77,40	71	1,6090	57,89
94	1,8336	76,65	70	1,5975	57,08
93	1,8290	75,83	69	1,5868	57,26
92	1,8233	75,02	68	1,5760	55,45
91	1,8179	74,20	67	1,5648	54,63
90	1,8115	73,39	66	1,5503	53,82
89	1,8043	72,57	65	1,5390	53,00
88	1,7962	71,75	64	1,5280	52,18
87	1,7870	70,94	63	1,5170	51,37
86	1,7774	70,12	62	1,5066	50,55
85	1,7673	69,31	61	1,4960	49,74
84	1,7570	68,49	60	1,4860	48,92
83	1,7465	67,68	59	1,4060	48,11
82	1,7360	66,86	58	1,4660	47,29
81	1,7245	66,05	57	1,4560	46,58
80	1,7120	65,23	56	1,4460	45,68
79	1,6993	64,42	55	1,4360	44,85
78	1,6870	63,60	54	1,4265	45,03
77	1,6750	62,78	53	1,4170	43,22

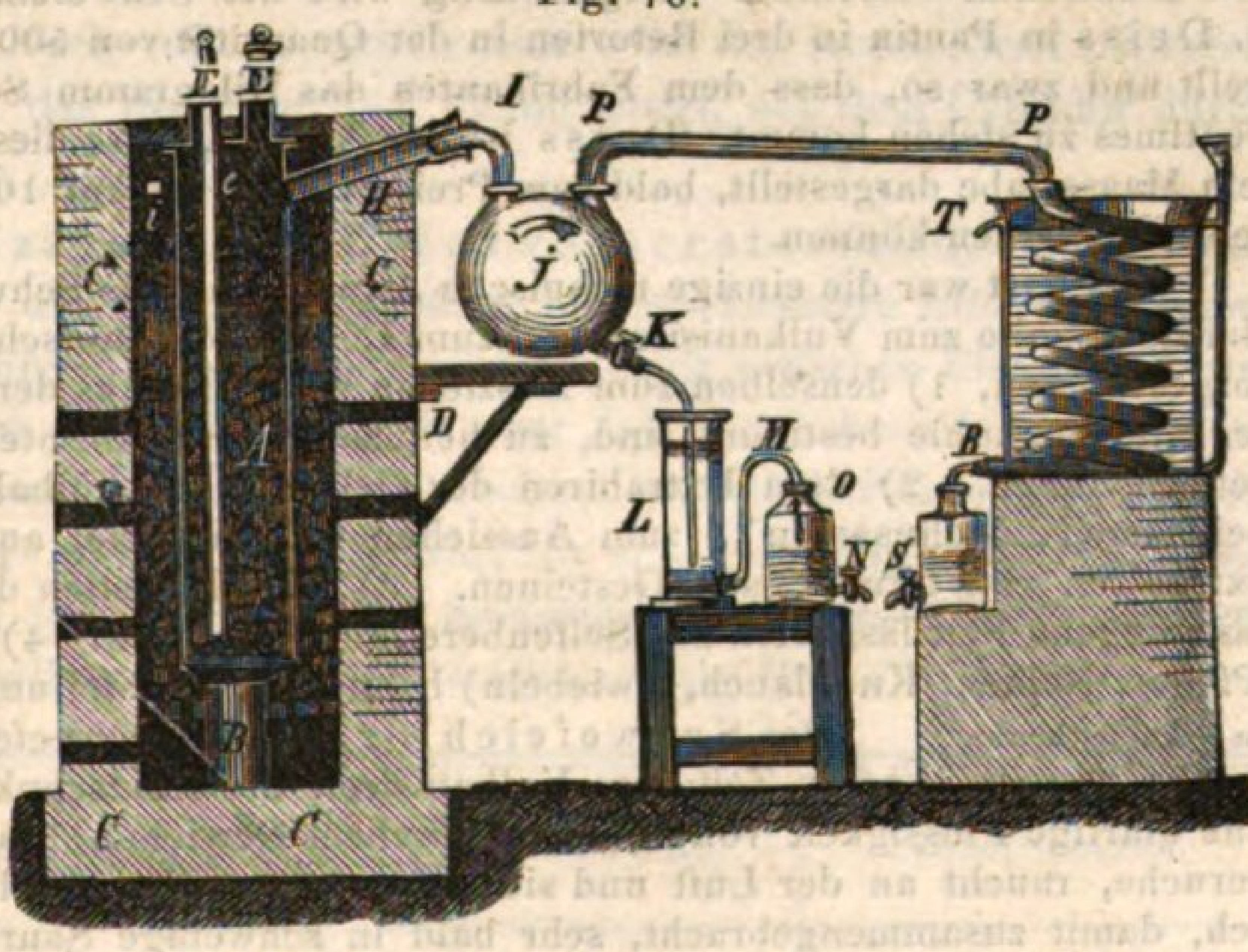
Die Schwefelsäure findet eine ausserordentlich ausgedehnte und manchfache Anwendung, davon sei angeführt: zur Darstellung vieler Säuren (Salpetersäure, Salz-

säure, schweflige Säure, Kohlensäure, Weinsäure, Citronensäure, Stearinsäure, Palmitinsäure und Oelsäure, Phosphorsäure), zur Bereitung des Chlors, der Stearinkerzen (zum Zersetzen der Kalkseife), des Phosphors (zum Zersetzen der Knochenerde), zur Fabrikation von Glaubersalz behufs der Sodadarstellung, schwefelsaurem Ammoniak (z. B. bei der Reinigung des Leuchtgases), Alaun und Vitriol (Eisen- und Kupfervitriol), Barytweiss, zur Darstellung von Wasserstoffgas, zum Reinigen des Bleches vor dem Verzinnen, zur Scheidung des Goldes vom Silber, zum Raffiniren des Rüböls, zum Verseifen der Fette und Oele, zum Auflösen des Indigs, zur Darstellung des Garancins und anderer Krapppräparate, zur Fabrikation des Stärkezuckers, in der Spiritusfabrikation (nach Leplay) anstatt des Malzes zur Umwandlung der Stärke in Glycose, zur Bereitung des Mineralspiritus aus Steinkohlen, der Wichse, als desinficirendes Mittel u. s. w.

Schwefelkohlenstoff. Der Schwefelkohlenstoff (Schwefelalkohol, Kohlensulfid CS_2) wird gewonnen, wenn man dampfförmigen Schwefel mit glühenden Kohlen zusammenbringt, oder gewisse Schwefelmetalle, wie Schwefelkies, Schwefelantimon etc. mit Kohle destillirt.

Bei der Fabrikation des Schwefelkohlenstoffs wendet man zweckmässig den Apparat von Peroncel (Fig. 70) an. *A* ist eine thönerne Gasretorte, steht auf einer steinernen Unterlage *B* und ist in einem Ofen eingemauert. Auf dem Cylinderdeckel befinden sich zwei Anstösse *E*, *E*; in den einen derselben ist ein Porcellanrohr eingekittet, welches fast bis auf den Boden des Cylinders geht; es ruht auf einer Lage von Koksstückchen, mit welchen der Boden des Cylinders bedeckt ist. Sonst ist der Cylinder mit Kohlenstückchen angefüllt. Durch die mit dem Porcellanrohr versehene Oeffnung *E* wird der Schwefel nachgeworfen, durch die andere Oeffnung von Zeit zu Zeit Kohle nachgegeben. Die sich bildenden Dämpfe von Schwefelkohlenstoff entweichen durch das Seitenrohr *H* und durch *T* in die Vorlage *J* aus Steinzeug, in welcher sich ein Theil des Schwefelkohlenstoffs verdichtet und durch *K* in die mit Wasser angefüllte Florentiner Flasche *L* fliesst und von da durch den Schenkel *M* in das Gefäss *O* tritt, aus welchem es mit Hülfe des Hahnes *N* abgelassen werden kann. Die in dem Ballon *J* nicht condensirten Dämpfe gehen durch das Rohr *P*, *P* in den Kühlapparat *T*, aus welchem es bei *R* in die bereit gehaltene Vorlage fliesst. Der so erhaltene Schwefelkohlenstoff wird in einem Destillirapparate aus Zink im Wasser oder mit Hülfe von Dampf rectificirt. Auf diese Weise lassen sich mit Leichtigkeit, vorausgesetzt, dass der Cylinder *A* eine Höhe von etwa 7 Fuss und einen Durchmesser von 1 Fuss habe, 2 Centner Schwefelkohlenstoff darstellen.

Fig. 70.



Trotz der sorgfältigsten Kühlung erhält man niemals diejenige Quantität Schwefelkohlenstoff, welche man der Rechnung nach aus dem angewandten Gewicht Schwefel erhalten sollte, der Grund davon liegt nicht nur in der unvermeidlichen Verflüchtigung eines Theils des Schwefelkohlenstoffs während der Darstellung und Rectification, sondern auch wahrscheinlich in der gleichzeitigen Bildung von Einfach-Schwefelkohlenstoff (CS dem Kohlenoxyd entsprechend), welcher neben dem gewöhnlichen Zweifach-Schwefelkohlenstoff in grösserer Menge sich bildet.

Der so erhaltene Schwefelkohlenstoff enthält 10 bis 12 pCt. Schwefel aufgelöst und ausserdem Schwefelwasserstoff, welche ihm einen höchst unangenehmen Geruch ertheilen

Man reinigt ihn durch Rectification, indem man in den Rectificationsapparat Chlorkalklösung bringt, welche den Schwefelwasserstoff zerstört, und die Rectification dann dadurch einleitet, dass man Wasserdampf von 1 Atmosphäre unter die Blase leitet. Um den Schwefelkohlenstoff in den Condensationsgefässen vor der Verdunstung zu schützen, erhält man ihn unter einer Schicht von Wasser 8—10 Zoll Höhe.

Im reinen Zustande ist der Schwefelkohlenstoff eine wasserhelle, dünnflüssige und leicht bewegliche, das Licht sehr stark zerstreuende und daher lebhafte Farben spielende Flüssigkeit von eigenthümlichem an Chloroform erinnerndem Geruche und aromatischem Geschmacke. Specifisches Gewicht = 1,265. Der Siedepunkt liegt bei 45⁰ und verflüchtigt sich deshalb bei gewöhnlicher Temperatur schon stark. Bei — 95⁰ wird er noch nicht fest. Mit Wasser verbindet er sich nicht, mit Weingeist, Aether und ähnlichen Flüssigkeiten ist er in allen Verhältnissen mischbar. Harze, Oele, Kautschuk, Guttapercha, Kampher, Schwefel, Phosphor und Jod löst er in sehr grosser Menge. Er ist äusserst leicht entzündlich und verbrennt mit röthlich-blauer Flamme zu schwefliger Säure und Kohlensäure. Ein Gemenge seines Dampfes mit Sauerstoff oder mit atmosphärischer Luft giebt eine heftig explodirende Verbindung. Ein Gemenge von Stickoxyd mit Schwefelkohlenstoffdämpfen giebt beim Entzünden ein höchst intensives Licht, das zu photographischen Zwecken angewendet worden ist.

Bis auf die neuere Zeit stand der technischen Anwendung des Schwefelkohlenstoffes der hohe Preis desselben im Wege. Dass er in der Technik wichtige Benutzung finden werde, ist schon von dem Entdecker Lampadius vorhergesehen worden, der ihn unter Anderem zur Bereitung von Firnissen (Bernstein- und Mastixfirniss), von Kitten und zur Bearbeitung von Kautschuk vorschlug. Gegenwärtig wird der Schwefelkohlenstoff in der Fabrik von E. Deiss in Pantin in drei Retorten in der Quantität von 500 Kilogr. in 24 Stunden dargestellt und zwar so, dass dem Fabrikanten das Kilogramm Schwefelkohlenstoff nur auf 50 Centimes zu stehen kommt. Deiss ist der Ansicht, dass diese Flüssigkeit, in noch grösserem Maassstabe dargestellt, bald zum Preise von 40 Fr. für 100 Kilogr. in den Handel wird gebracht werden können.

Bis jetzt war die einzige technische Anwendung des Schwefelkohlenstoffs in grösserem Maassstabe die zum Vulkanisiren und zum Lösen von Kautschuk. In neuerer Zeit hat man vorgeschlagen, 1) denselben zum Ausziehen des Fettes aus den Knochen, die zur Darstellung der Knochenkohle bestimmt sind, zu benutzen. Man könnte auf diese Weise 10—12 pCt. Fett gewinnen. 2) Zum Extrahiren der Oele aus den ölhaltigen Samen (Raps, Rübsen, Leinsamen, Mohnsamen), zum Ausziehen von Schwefel aus schwefelhaltiger Erde, zum Extrahiren von bituminösen Gesteinen. 3) Zum Entfetten der Wolle; das aus der Wolle ausgezogene Fett lässt sich zur Seifenbereitung benutzen. 4) Zum Extrahiren der Gewürze (Pfeffer, Nelken, Knoblauch, Zwiebeln) behufs der Darstellung löslicher Gewürze.

Das Schwefelchlorür. Das Schwefelchlorür (Chlorschwefel, $Cl\ S_2$) ist eine Verbindung welche man in neuerer Zeit zum Vulkanisiren des Kautschuks angewendet hat. Es bildet eine ölartige Flüssigkeit von 1,68 specifischem Gewichte, bräunlicher Farbe, erstickendem Geruche, raucht an der Luft und siedet bei 144⁰. Sie ist schwerer als Wasser und zersetzt sich, damit zusammengebracht, sehr bald in schweflige Säure, Salzsäure, etwas Schwefelsäure und Schwefel. Das Schwefelchlorür ist ein gutes Lösungsmittel für Schwefel; Rapsöl wird durch Schwefelchlorür in eine kautschukähnliche Masse übergeführt, Leinöl in Firniss verwandelt.

Man erhält das Schwefelchlorür, indem man gewaschenes und getrocknetes Chlorgas durch geschmolzenen und bis auf 125 bis 130⁰ erhitzten Schwefel leitet. Es entsteht sofort Schwefelchlorür, welches mit fortgerissenen Schwefeldämpfen in eine abgekühlte Vorlage destillirt. Um das so erhaltene Schwefelchlorür von dem mechanisch beigemengten Schwefel zu befreien, wird es destillirt, wobei Schwefel zurückbleibt.

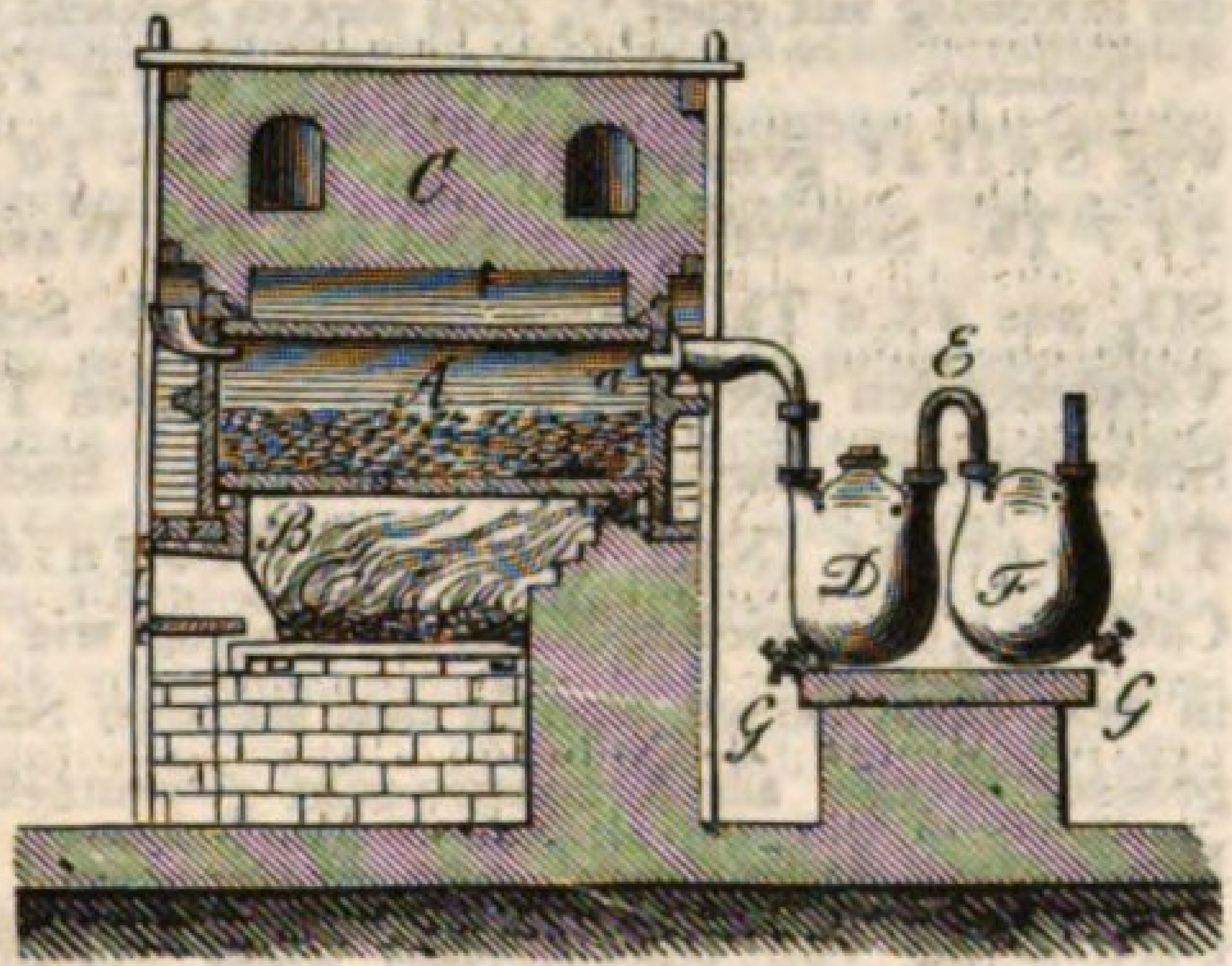
Die Salzsäure.

($ClH = 36{,}5$.)

Salzsäure. Wie schon oben bei der Beschreibung der Sodafabrikation aus Kochsalz angegeben worden ist, wird häufig die bei der Sodafabrikation aus den

Sulfatöfen (vergl. Seite 175) entweichende Salzsäure aufgefangen. Zu diesem Zwecke führt entweder ein Rohr aus dem Ofen, in welchem die Zersetzung des Kochsalzes durch die Schwefelsäure vorgenommen wurde, in einen Behälter unter Wasser, oder man bedient sich des abgebildeten (Fig. 71) Apparates. Dieser Apparat besteht aus mehreren neben einander liegenden gusseisernen, cylindrischen Gefässen *A*, über welchen sich die Wölbung *C* befindet, damit die brennenden Gase den Cylinder von allen Seiten umspielen. Die Cylinder sind durch die Oeffnung *a* vermittelst eines Kamins mit der ersten Vorlage *D* verbunden, in welcher sich die mit übergerissene Schwefelsäure und mineralische Bestandtheile condensiren und absetzen; aus dieser Vorlage führt das Rohr *E* die Dämpfe in die Vorlage *F*, die zur Hälfte mit Wasser angefüllt ist, so dass wie im Woulffischen Apparat, das Rohr *E* weit unter die Oberfläche des Wassers führt. Die Cylinder füllt man mit 320 Pfund Kochsalz und übergiesst dasselbe mit 256 Pfund concentrirter Schwefelsäure. Durch gelindes Feuer unterstützt man die Zersetzung. Nach vollendetem Process wird das entstandene schwefelsaure Natron (Glaubersalz), das beiläufig 360 Pfund wiegt, aus dem Cylinder durch Krücken entfernt.

Fig. 71.



Eigenschaften der Salzsäure.

Die Salzsäure oder Chlorwasserstoffsäure ist ein Gas, dessen Auflösung in Wasser die käufliche Salzsäure bildet. Letztere bildet im reinen Zustande eine farblose, häufig durch Eisenchlorid gelblich gefärbte Flüssigkeit von stechendem Geschmack. Bei 20⁰ kann das Wasser das 475fache seines Volumens an chlorwasserstoffsaurem Gase absorbiren; die alsdann gesättigte Flüssigkeit enthält 42,85 pCt. Chlorwasserstoff- oder salzsaures Gas, ihr spec. Gewicht = 1,21. Folgende Tabelle zeigt uns das spec. Gewicht der Salzsäure von verschiedener Concentration und den Gehalt derselben an reinem salzsauren Gase (bei 7⁰ C).

Spec. Gewicht.	Säureprocente.	Spec. Gewicht.	Säureprocente.
1,21	42,85	1,10	20,20
1,20	40,80	1,09	18,18
1,19	38,88	1,08	16,16
1,18	36,36	1,07	14,14
1,17	34,34	1,06	12,12
1,16	32,32	1,05	10,10
1,15	30,30	1,04	8,08
1,14	28,28	1,03	6,06
1,13	26,26	1,02	4,04
1,12	24,24	1,01	2,02
1,11	22,22		

Anwendung der Salzsäure.

Die Salzsäure wird in der grössten Masse zur Darstellung des Chlorkalkes und anderer Chlorpräparate angewendet, sie dient ferner zur Fabrikation des Salmiaks, des Chlorantimons, des Leims und des Phosphors, zur Darstellung der

Kohlensäure bei der Mineralwasserfabrikation, zum Reinigen der Thierkohle, zum Auflösen verschiedener Metalle (Zinn) entweder für sich, oder mit Salpetersäure gemischt, als Königswasser; ferner zum Beseitigen des Kesselsteines, zum Reinigen von eisenhaltigem Sand in der Glasfabrikation.

Früher versendete man die Salzsäure in Glasballons oder Steinzeugkruken, die oft mehr Werth hatten, als die Säure selbst; jetzt benutzt man in England zur Versendung Fässer, die inwendig mit einer 1/4 Zoll dicken Schicht von Guttapercha überzogen sind.

Glaubersalz. Das Glaubersalz, schwefelsaure Natron oder schlechtweg Sulfat genannt ($NaO, SO_3 + 10 HO$) (in 100 Th. aus 19,3 Th. Natron, 24,7 Th. Schwefelsäure und 56 Th. Wasser; im wasserfreien Zustande als NaO, SO_3 aus 43,6 Th. Natron und 56,4 Th. Schwefelsäure bestehend), wird, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, zum grössten Theile durch Zersetzen des Kochsalzes mit Schwefelsäure dargestellt. Ausserdem findet es sich in der Natur in den Mineralien Thenardit (NaO, SO_3) und Brogniartin oder Glauberit ($NaO, SO_3 + CaO, SO_3$), in vielen Mineralwässern, wie in dem Carlsbader und Püllnaer Wasser, in dem Meerwasser und in den meisten Salzsoolen. Aus letzteren wird es häufig in grosser Menge als Nebenprodukt gewonnen. In neuerer Zeit wird es auch aus dem Meerwasser dargestellt. Von Wichtigkeit ist das Longmaid'sche Verfahren der Darstellung von Glaubersalz, nach welchem man ein Gemenge von Kochsalz und Schwefelkies oder Kupferkies röstet, und aus dem Röstprodukt das Glaubersalz mit Wasser auszieht. Es entwickelt sich hierbei Chlorgas. Das Glaubersalz krystallisirt in grossen, durchsichtigen Krystallen, welche 56 pCt. Krystallwasser enthalten. In trockner Luft verliert es das Krystallwasser, dasselbe geschieht auch beim Glühen. Es wird meist als calcinirtes Glaubersalz verschickt.

Anwendung. Das Glaubersalz dient in grösster Menge zur Fabrikation der Soda, des Ultramarins und des Glases; im letzteren Falle kommt nur das Natron desselben in Betracht; man schmilzt dasselbe mit Kohle und Kieselerde (Quarz) zusammen, durch die Einwirkung der Kohle wird die Schwefelsäure des Glaubersalzes zu schwefliger Säure reducirt, diese durch die Kieselerde (Kieselsäure) ausgetrieben und es bleibt kieselsaures Natron zurück. Behufs der Anwendung in der Glasfabrikation wird das Glaubersalz vorher vom Eisen gereinigt, indem man das Eisenoxyd nach dem Lösen des Salzes mit Kalk fällt, die klare Lösung wieder abdampft und das Produkt trocknet.

Der Chlorkalk und die Chloralkalien.

Chlorkalk und Chloralkalien. Chlor im Allgemeinen. Es ist bekannt, dass das Chlorgas, welches man z. B. erhält, wenn man Salzsäure mit einem Superoxyd, z. B. Braunstein (Mangansuperoxyd) erhitzt, organische Pigmente und Miasmen zerstört und deshalb als Bleichmittel und Anticontagium vielfache Anwendung findet. Das Chlorgas ist bei gewöhnlicher Temperatur und bei gewöhnlichem Luftdruck ein grünlichgelbes Gas, von erstickendem Geruch, das vom Wasser in grosser Menge absorbirt wird und dann das Chlorwasser bildet. Die bleichende Eigenschaft des gasförmigen, so wie des in Wasser gelösten Chlorgases (des Chlorwassers) beruht auf seiner grossen Verwandtschaft zum Wasserstoff, nach welcher es den organischen Stoffen direkt Wasserstoff entzieht und dieselben auf diese Weise zerlegt, oder, und dies geschieht in den meisten Fällen, eine Wasserzersetzung bewirkt, in deren Folge die färbenden Substanzen durch den als Ozon ausgeschiedenen (oder zerlegten?) Sauerstoff des Wassers oxydirt und in Kohlensäure und Wasser übergeführt werden. In

beiden Fällen bildet sich Salzsäure, was bei der Anwendung des Chlors zum Bleichen wohl zu berücksichtigen ist. Indem Chlor mit einem organischen Körper zusammenkommt, entzieht das Chlor einen Theil des Wasserstoffs der organischen Verbindung und bildet Salzsäure, während häufig der ausgetretene Wasserstoff in dem organischen Körper durch Chlor vertreten wird. Bei der Bleiche von leinenen oder baumwollenen Stoffen, von Papierzeug durch Chlor wird nicht die Faser angegriffen, sondern nur der die Faser färbende kohlenstoffreiche Körper durch das bei der Wasserzersetzung frei werdende Ozon zu farblosen Körpern oxydirt. Durch Chlor können nur stickstofffreie organische Körper gebleicht werden, stickstoffhaltige nehmen eine gelbe Farbe an.

Das Chlor ist weder als Gas, noch in seiner wässerigen Lösung transportabel; man benutzt deshalb zum Bleichen nicht das Chlor in Substanz, sondern eine Verbindung des Chlors mit Sauerstoff, die unterchlorige Säure, und zwar, da sie im freien Zustande nicht existiren kann, in Verbindung mit einer Base, als unterchlorigsaures Salz. Als Base wählt man Kalkhydrat, Kali oder Natron, zuweilen auch Magnesia, Thonerde, Baryt und Zinkoxyd. Die Verbindung des Kalkhydrates mit der unterchlorigen Säure ist der wesentliche Bestandtheil des Chlorkalks, Bleichkalks oder Bleichpulvers.

Darstellung des Chlorkalkes.

Man stellt den Chlorkalk im Grossen auf folgende Weise dar: In Fabriken, in welchen Soda und Chlorkalk zu gleicher Zeit fabricirt werden, erhält man das Chlor, wie schon Seite 176 angegeben worden ist, indem man das Kochsalz, das durch Schwefelsäure in Glaubersalz verwandelt werden soll, mit Braunstein (Mangansuperoxyd) mengt.

Der Vorgang hierbei ist folgender:

1 Aeq. Kochsalz (Na Cl), 1 Aeq. Braunstein (MnO_2) und 2 Aeq. Schwefelsäure (2 SO_3)	geben	1 Aeq. Glaubersalz (NaO, SO_3), 1 Aeq. schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3), 1 Aeq. Chlor (Cl).

In anderen Fabriken wendet man zur Chlordarstellung Braunstein und Salzsäure, oder Braunstein, Schwefelsäure und Salzsäure an; im ersteren Falle erhält man nur die Hälfte des in der Salzsäure enthaltenen Chlors, während die andere Hälfte an Mangan gebunden, als Manganchlorür zurückbleibt, denn:

1 Aeq. Braunstein (MnO_2), 2 Aeq. Salzsäure (2 Cl H)	geben	1 Aeq. Chlor (Cl), 1 Aeq. Manganchlorür (Mn Cl), 2 Aeq. Wasser (2 HO).

Im zweiten Falle erhält man die ganze Menge des in der Salzsäure enthaltenen Chlors, denn:

1 Aeq. Braunstein (MnO_2), 1 Aeq. Salzsäure (Cl H), 1 Aeq. Schwefelsäure (SO_3)	geben	1 Aeq. schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3), 1 Aeq. Chlor, 1 Aeq. Wasser.

Die bei den beiden letzteren Methoden zurückbleibenden Rückstände (das Manganchlorür und das schwefelsaure Manganoxydul) werden zur Reinigung des Leuchtgases benutzt; das erstere wendet man auch in einigen Fabriken zur Darstellung von Chlorcalcium an.

Vortheilhafter ist es, wenn man das zurückbleibende Chlormangan in kohlensaures Manganoxydul verwandelt, und letzteres nach dem Trocknen beim Zutritt der Luft erhitzt, wobei ein grosser Theil in Superoxyd übergeht, welches von Neuem zur Chlorentwickelung benutzt wird.

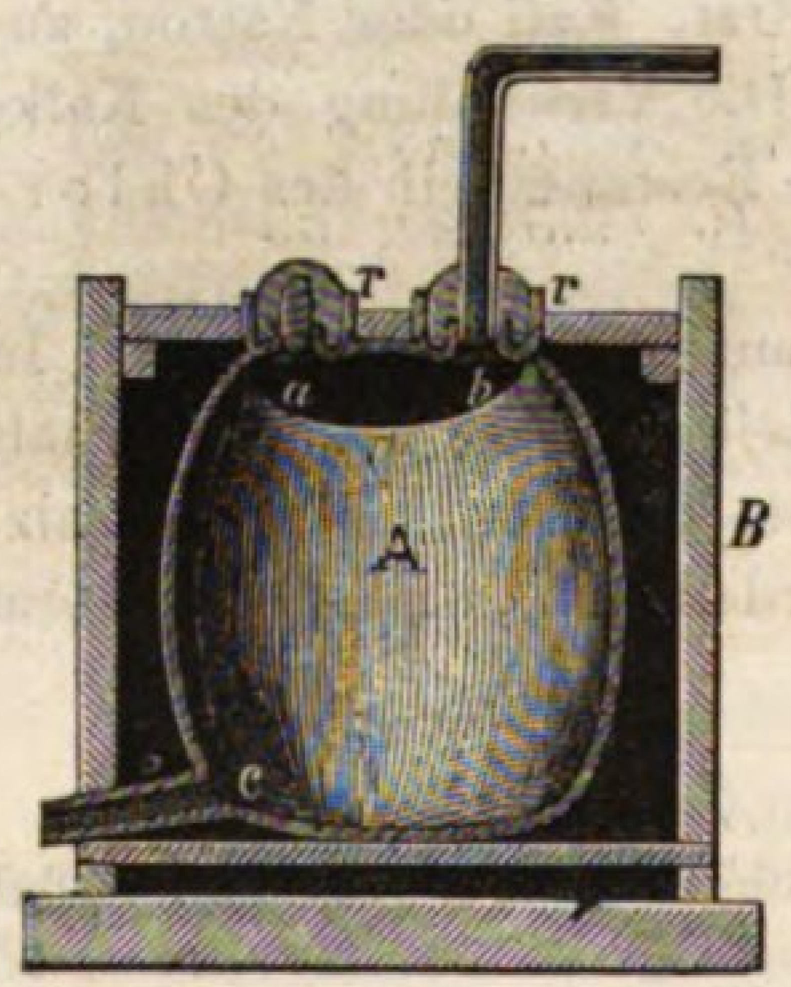
Ohne Anwendung von Braunstein lässt sich Chlor entwickeln:

1) durch Erhitzen von Kochsalz und Natronsalpeter mit Schwefelsäure; es entweicht ein Gemenge von Chlor und Untersalpetersäure. Letztere lässt man von concentrirter Schwefelsäure absorbiren;
2) durch Rösten von Schwefelkies mit Kochsalz (Longmaid'scher Process), Chlor entweicht und durch Auslaugen des Rückstandes gewinnt man Glaubersalz;
3) durch Zersetzen von Kupferchlorid in der Wärme ($2\,Cu\,Cl = Cl + Cu_2\,Cl$); das Kupferchlorür geht durch Salzsäure und Luft wieder in Chlorid über.

Chlorentwicklungs-apparate.

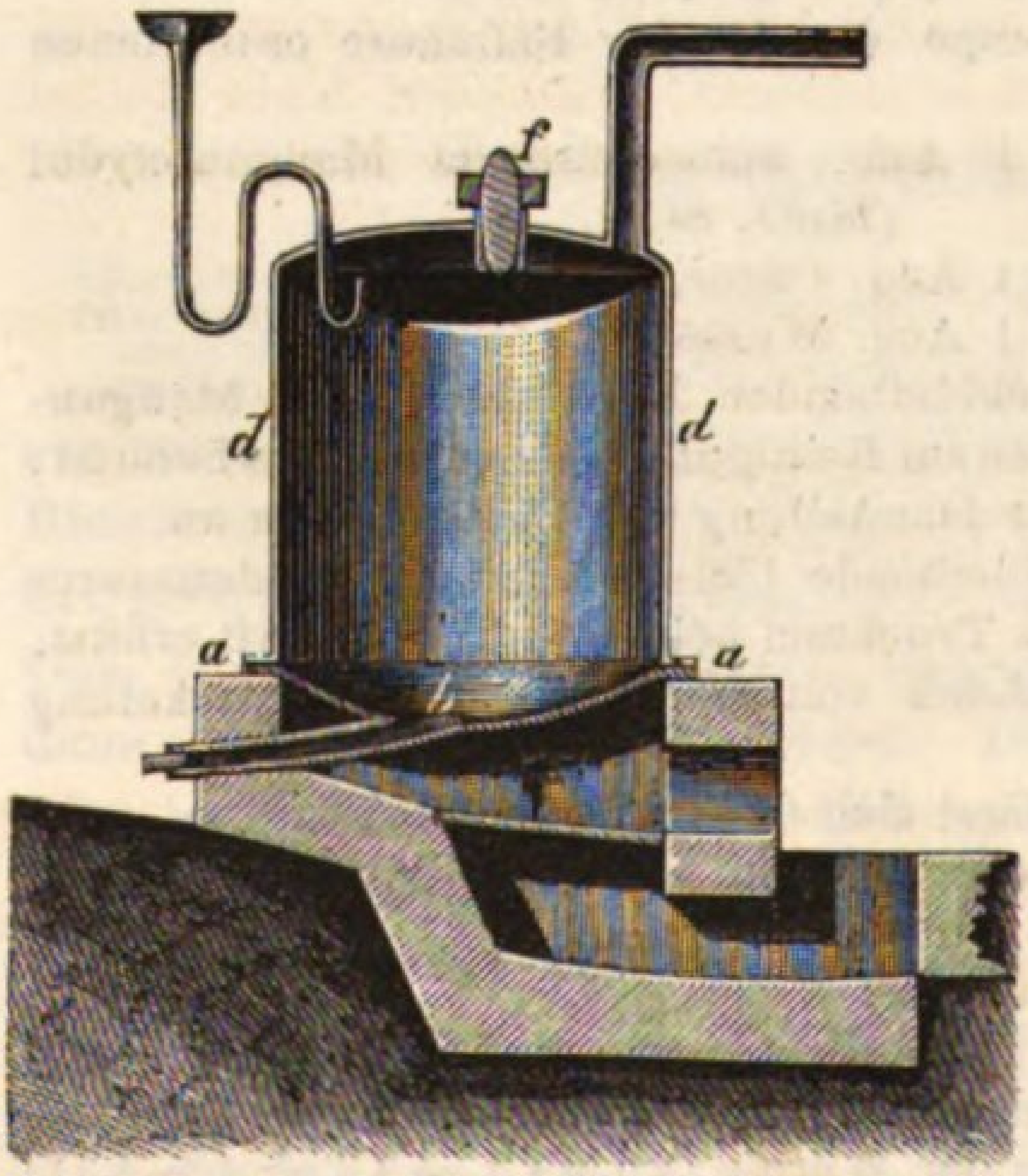
Zur *Chlorentwickelung* dienen folgende Apparate. Wendet man zur Chlorentwickelung Salzsäure und Braunstein an, so benutzt man grosse Steinzeuggefässe, welche mit einer weiten Oeffnung zum Einfüllen und zum Ausleeren bestimmt und mit engeren Röhrenabsätzen versehen sind, in welche die Ableitungsröhren zu sitzen kommen. Die Erhitzung wird bewerkstelligt durch *Wasserdampf.* Zu dem Ende setzt man mehrere solche Gefässe in einen Kasten von Holz oder Mauerwerk mit hölzernem Deckel so ein, dass nur die Hälse und aus den Seitenwänden die Ablassröhren hervorragen, wobei die Fugen durch Filz sorgfältig verschlossen sind, um das Entweichen des Wasserdampfes zu hindern, der aus einem Dampfkessel in die Kästen geleitet wird. Das Erhitzen wird so lange fortgesetzt, bis die kleineren Leitungsröhren da heiss zu werden anfangen, wo das Gas in sie eintritt. Fig. 72 zeigt einen solchen Apparat im Durchschnitte. *A* das Chlorentwicklungsgefäss, *a* Oeffnung zum Einfüllen, *b* zur Ableitung des Gases, *c* Ablassrohr, *B* Kasten, worin das Entwicklungsgefäss sitzt und in welchem Wasserdampf geleitet werden kann. Die Hälse *a* und *b* ragen aus dem Deckel hervor; sie sind mit einem Rande *r* rund herum umgeben, in welchen Thonkitt eingedrückt werden kann, der dann, mit weichem Leder noch überbunden, eine dichte Verschliessung hervorbringt.

Fig. 72.



Benutzt man dagegen zur Chlorentwickelung Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein, so muss der Apparat eine stärkere Erhitzung gestatten. Fig. 73 zeigt einen hierzu tauglichen Apparat im Durchschnitte. Er besteht theils aus Eisen, theils aus Blei. Der eiserne Theil ist eine flache kesselförmige Schale mit vorstehendem Rande *a a*, der mit Löchern in kurzen Distanzen durchbohrt ist, um eiserne Schrauben durchstecken zu können. Sie besitzt ein Ausflussrohr *b*, ihre Eisenstärke kann 1—1 $^1/_2$ Zoll betragen, wogegen der bevorstehende Rand bei $^3/_4$ Zoll Dicke hinreichend stark genug ist; dieser eiserne Theil ist es, durch welchen die Erwärmung ohne Gefahr geschehen kann; derselbe ist mit gewöhnlicher Kesseleinmauerung versehen. Der bleierne Theil vergrössert das Gefäss und enthält die Füll- und Ableitungsvorrichtungen. Es ist ein Cylinder *d d* aus $^1/_4$ oder $^3/_8$ Zoll dicken Bleiplatten gefertigt ohne Löthung und blos durch Einschmelzung von Blei zusammengefügt. Der untere Theil ist offen und hat eine der eisernen Schale genau entsprechende Flansche, in welche entsprechende Löcher gebohrt werden. Ein eiserner Ring, zur Verstärkung auf die Flansche gelegt, erlaubt es durch hindurchgesteckte Schrauben, den Blei- und Kesselrand oder eben die Flanschen so fest zusammenzuschrauben, dass das Gefäss an der Fuge für Flüssigkeiten dicht ist. Der obere Theil des Cylinders bildet ein Gewölbe,

Fig. 73.

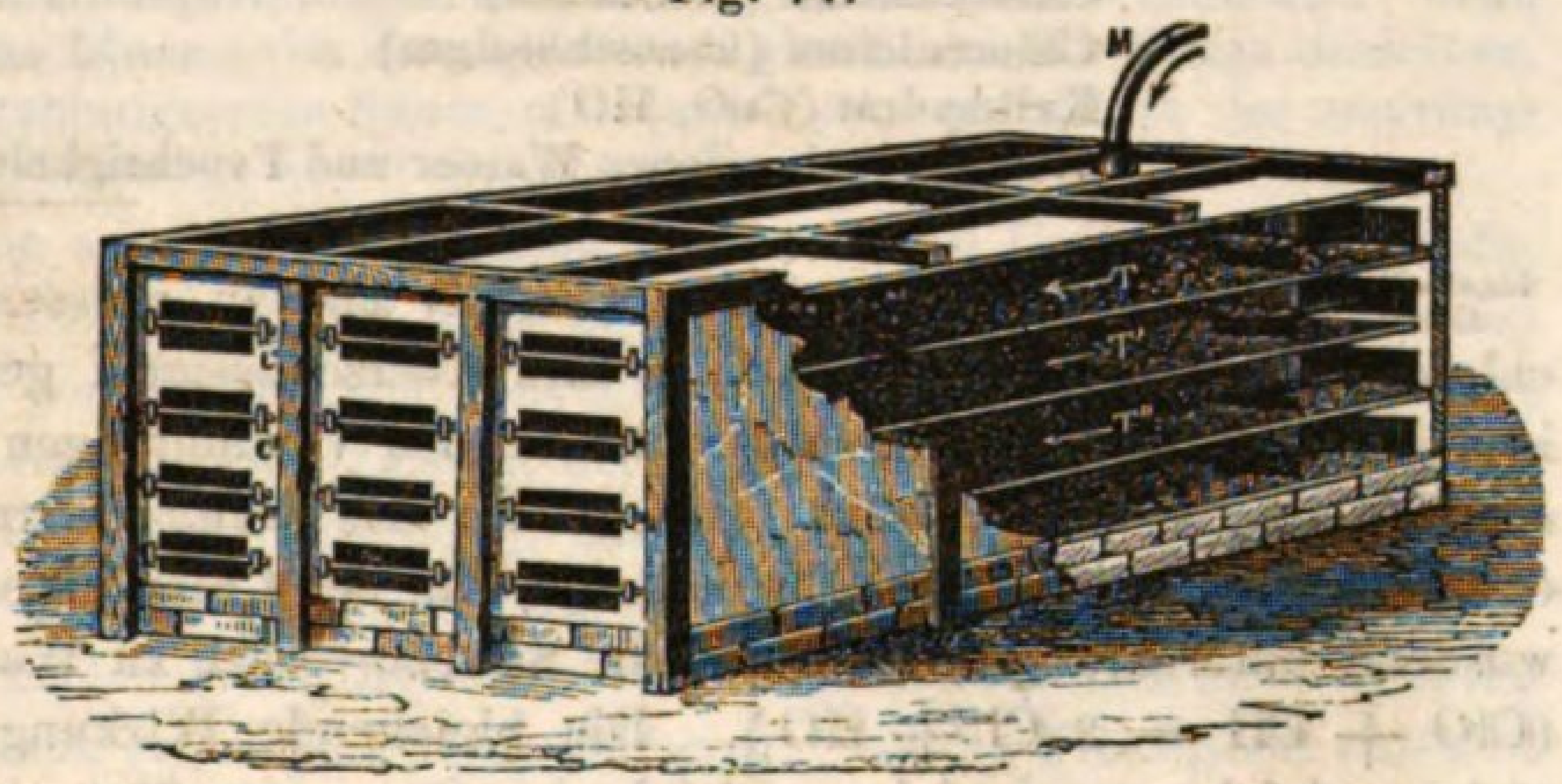


in welchem sich ein Bleitrichter mit einer innen und aussen gebogenen Röhre, ferner ein Ableitungsrohr für das Chlor, endlich eine Oeffnung mit Hals von starkem Blei und gebogen (wie *e*) befindet. In diese Oeffnung kommt ein mit Blei überzogener Holzkeil, der fest eingeschlagen und mit Thonkitt umgeben wird. Durch diese Oeffnung *e f* wird das Gemenge der Materialien eingetragen. Die Schwefelsäure wird durch den Bleitrichter zugegossen. Man erhitzt so lange, bis die Gasableitungsröhren sich zu erhitzen anfangen.

Condensationsapparate.

Das Chlorgas tritt durch *M* in eine vierseitige Kammer aus Platten von Stein oder Steinzeug oder aus Backsteinen gemauert, welche mit Asphaltkitt zusammengefügt und zweckmässig auch damit überzogen sind. Die Kammer besteht (siehe Fig. 74) aus mehreren Etagen, deren Boden in jeder mehrere Zoll mit zu Pulver gelöschtem Kalkhydrat bedeckt ist. Das Chlorgas wird schnell und unter Wärmeentwickelung absorbirt. Die Temperatur darf nicht höher als 18° steigen, weil sich sonst chlorsaurer Kalk bildet. Eine nachtheilige Temperaturerhöhung wird durch langsames Zuleiten des Gases verhindert. Sobald kein Chlor mehr absorbirt wird, nimmt man den fertigen Chlorkalk durch die an der vorderen Seite befindlichen Thüren aus den Kammern und beschickt diese und den Entwickelungsapparat von Neuem. — Das gesättigte Chlorkalk wird in der Fabrik häufig mit Kalkhydrat verdünnt. —

Fig. 74.



In Fabriken, in welchen der Chlorkalk zu eigenem Gebrauche fabricirt wird, lässt man das Chlorgas in Kalkmilch einströmen.

Theorie der Bildung des Chlorkalkes.

Die Theorie der Bildung des Chlorkalkes ist folgende: Wenn Chlorgas mit Kalkhydrat (CaO, HO) zusammenkommt, so verbindet sich ein Theil des Sauerstoffs des Kalkes mit einem Aequivalent Chlor zu unterchloriger Säure, welche mit einem Aequivalent unzersetztem Kalk unterchlorigsauren Kalk bildet, während ein anderes Aequivalent Chlor mit dem seines Sauerstoffs beraubten Calcium zu Chlorcalcium zusammentritt, denn:

2 Aeq. Kalkhydrat (CaO, HO), 2 Aeq. Chlor (2 Cl)	geben	1 Aequiv. unterchlorigsauren Kalk (CaO, ClO), 1 Aeq. Chlorcalcium (Ca Cl), 2 Aeq. Wasser (2 HO).

Ein so zusammengesetzter Chlorkalk besteht in 100 Theilen aus

unterchlorigsaurem Kalk	49,31
Chlorcalcium	38,28
Wasser	12,41
	100,00

oder aus

Chlor	48,90
Kalk	38,69
Wasser	12,41
	100,00

Nach einer anderen Anschauungsweise ist der Chlorkalk, wie sein Name sagt, eine Verbindung von Chlor mit Kalkhydrat, nach einer dritten Ansicht ist er eine Verbindung von Chlorcalcium mit Wasserstoffsuperoxyd ($2\,CaCl + HO_2 = 2\,CaO, HO + Cl = CaO, ClO + CaCl + 2\,HO$).

Ein idealer Chlorkalk, wie er vorstehender Zusammensetzung entspricht, kommt im Handel nicht vor. Eine gute Chlorkalksorte, die 26,52 pCt. wirksames Chlor enthielt, hatte folgende Zusammensetzung:

Unterchlorigsaurer Kalk	26,72
Chlorcalcium	25,51
Kalk	23,05
Gebundenes Wasser und Feuchtigkeit	24,72
	100,00

welche man zur bessern Uebersicht auch so darstellen kann:

Unterchlorigsaurer Kalk	26,72
Chlorcalcium (wirksames)	20,72
Chlorcalcium (überschüssiges)	4,79
Kalkhydrat (CaO, HO)	30,46
Weiteres gebundenes Wasser und Feuchtigkeit	17,31
	100,00

Eigenschaften des Chlorkalkes.

Der Chlorkalk erscheint als ein weisses Pulver, das aus unterchlorigsaurem Kalke, Chlorcalcium und überschüssigem gelöschten Kalke besteht; in 10 Th. Wasser lösen sich die bleichenden Verbindungen auf, während der überschüssige Kalk zurückbleibt. Das Chlor des Chlorcalciums im Chlorkalke wirkt ebenfalls bleichend, indem beim Behandeln des Chlorkalkes mit Säuren die frei gewordene unterchlorige Säure und die Salzsäure sich zu Wasser und Chlor umsetzen ($ClO + CH = 2\,Cl + HO$). Die bleichende Wirkung des Chlorkalks erfolgt nicht sogleich, wenn nicht zugleich eine Säure zugefügt wird *). Anstatt der Säure wendet man auch zweckmässig Zinkvitriol (oder Chlorzink) an, es fallen Gyps und Zinkoxyd und unterchlorige Säure bleibt in Lösung **). — Die Anwendung des Chlorkalkes ist schon angeführt worden. In den meisten Fällen lässt sich seine Wirkung auf eine Oxydation in Folge von Ozonbildung zurückführen.

Chlorometrie.

Da in dem Chlorkalk nur die Menge des darin enthaltenen unterchlorigsauren Kalkes mit seinem Aequivalent Chlorcalcium bei seiner Anwendung in Betracht kommen kann, so bestimmt dieselbe seinen Werth. Die Operation, durch welche man die Menge des in dem Chlorkalk enthaltenen verwerthbaren Chlores erfährt, fasst man mit dem Namen der Chlorometrie zusammen.

Lange Zeit begnügte man sich, die entfärbende Eigenschaft des Chlorkalkes auf eine Indigolösung, deren Gehalt man genau kannte, mit der eines gleichen Volumens Chlor auf dieselbe Lösung zu vergleichen; da sich aber eine Indigolösung leicht verändert, ferner der Indigo nicht immer von gleicher Güte zu erhalten ist, so ist diese Methode nicht genau und wird jetzt nicht mehr befolgt.

Probe von Gay-Lussac.

Gay-Lussac benutzte die *oxydirende Einwirkung des Chlorkalks auf arsenige Säure*. Als Vergleichungspunkt dient ein Volumen trocknes Chlorgas, das in einem gleichen Volumen Wasser gelöst ist. Wenn man diese Lösung in eine

*) Man benutzt diese Eigenschaft des Chlorkalkes, um auf türkischroth gefärbtem Zeuge weisse Muster hervorzubringen, indem man die Muster vermittelst mit Gummi verdickter Weinsäure aufdruckt und die Zeuge sodann etwa eine Minute lang in Chlorkalklösung taucht.

**) In den letzten Jahren sind an mehreren Orten Explosionen von verschlossenen Gefässen mit Chlorkalk wahrgenommen worden ($CaO, ClO + CaCl = 2\,CaCl + 2\,O$). Um den Chlorkalk weniger leicht zersetzbar zu machen, hat man vorgeschlagen, ihn sofort nach seiner Bereitung fein zu mahlen und ihn in Fässer einzustampfen, in welchen er nach kurzer Zeit Steinhärte annimmt.

in 100 Theile getheilte (graduirte) Röhre giesst, so entspricht jeder Theil einem Hundertstel Chlor. Andererseits stellt man eine Lösung von arseniger Säure in Salzsäure und Wasser dar, von der Stärke, dass bei gleichem Volumen beide Lösungen sich gegenseitig zersetzen. Die Zersetzung geht auf folgende Weise vor sich:

1 Aeq. arsenige Säure (AsO_3) 2 Aeq. Wasser (2 HO) 2 Aeq. Chlor (2 Cl)	geben	2 Aeq. Salzsäure (2 ClH), 1 Aeq. Arseniksäure (AsO_5).

Das Wasser wird hierbei zersetzt, der Sauerstoff desselben verbindet sich mit der arsenigen Säure und bildet Arseniksäure, während der Wasserstoff des Wassers mit dem Chlor zu Salzsäure zusammentritt.

Gewöhnlich nimmt man ein Liter Chlorgas, das man in einem Liter destillirten Wasser löst; andererseits bereitet man eine Normallösung von arseniger Säure, welche durch das Liter Chlorwasser vollständig zu Arseniksäure oxydirt wird.

Nimmt man nun eine Lösung von Chlorkalk oder einer anderen zum Bleichen angewendeten Chlorverbindung, deren Entfärbungsvermögen man kennen lernen will, so kann man, wenn man diese Flüssigkeit in eine Lösung von arseniger Säure giesst, aus der Menge derselben, die zum Zersetzen des unterchlorigsauren Salzes erforderlich ist, auf die in der ursprünglichen Lösung enthaltene Chlormenge einen sicheren Schluss ziehen.

Um dieses Verfahren auszuführen, nimmt man z. B. 10 Grammen Chlorkalk, zerreibt denselben mit Wasser und setzt dann so viel destillirtes Wasser hinzu, dass das Volumen der Lösung genau ein Liter beträgt. Hierauf bringt man vermittelst einer Pipette 10 Kubikcentimeter der Lösung der arsenigen Säure in ein Becherglas, setzt zu derselben einen Tropfen Indigolösung, damit die Flüssigkeit schwach gefärbt erscheint, und fügt dann aus der erwähnten Bürette Chlorkalklösung hinzu, bis die Färbung fast nicht mehr zu bemerken ist. Darauf setzt man abermals einen Tropfen Indigolösung hinzu und dann so lange Chlorkalklösung, bis die Flüssigkeit entfärbt und wasserhell ist. — Zur Darstellung der normalen Lösung der arsenigen Säure wendet man 4,4 Gr. arsenige Säure, 32,0 Gr. reine Salzsäure und eine hinlängliche Menge Wasser, um ein Liter zu füllen, an.

Hätte man z. B. 200 Raumtheile gebraucht, so sagt man:

$$100 \times \frac{100}{200} = 50$$

d. h. in 200 Raumtheilen (= 10 Gr. Chlorkalk) sind 50 Raumtheile Chlorgas enthalten.

Probe von Penot. Penot hat das Verfahren von Gay-Lussac dahin abgeändert, dass er statt der sauren Lösung der arsenigen Säure arsenigsaures Natron und statt der Indigolösung ein farbloses jodirtes Papier anwendet, das sich durch die geringste Menge freie Säure blau färbt. Zur Bereitung des jodirten Papieres erhitzt man 1 Gr. Jod, 7 Gr. krystallisirtes kohlensaures Natron, 3 Gr. Stärkemehl mit $^1/_4$ Liter Wasser bis zur Auflösung und Entfärbung, verdünnt sodann auf $^1/_2$ Liter und tränkt damit weisses Papier. Die Arsenikprobeflüssigkeit ist eine Auflösung von 4,44 Gr. arseniger Säure und 13 Gr. krystall. kohlensaurem Natron, die auf 1 Liter verdünnt ist. Man giesst dieselbe aus der Bürette in die Chlorkalklösung (10 Gr. Chlorkalk auf 1 Liter), bis ein Tropfen der letzteren das jodirte Papier nicht mehr färbt.

Probe von Mohr. Mohr hat vorstehendes Verfahren modificirt; er bereitet die Arsenikflüssigkeit durch Auflösen von 4,95 Gr. arseniger Säure und 10 Gr. zweifach kohlensaurem Natron in Wasser und Verdünnen der Flüssigkeit bis zu 1 Liter; er stellt ferner eine Jodlösung dar durch Auflösen von 12,7 Gr. Jod vermittelst Jodkalium und Verdünnen mit Wasser bis zu 1 Liter. Das jodirte Papier ist einfaches Jodstärkepapier. Man führt die Chlorkalkprobe aus, indem man Chlorkalk mit Wasser zerreibt und abschlämmt, bis alle Theile schweben, dann Arseniklösung hinzusetzt, bis das Betupfen eines Jodkaliumstärkepapiers keine blauen Flecken mehr erzeugt, alsdann Stärkelösung zusetzt und mit Jodlösung blau titrirt.

Beispiel. Zu 1 Gr. Chlorkalk brachte man 72 Kubikcentim. arsenigsaures Natron; es wurden verbraucht 0,2 Kubikcentim. Jodlösung (Titre: gleich stark wie die Arseniklösung, d. h. Volumen gegen Volumen), folglich blieben 71,8 Kubikcentim. arsenigsaures Natron. Der Chlorkalk enthält demnach 25,460 pCt. wirksames Chlor, da jeder Kubikcentimeter der verbrauchten Arseniklösung 0,00355 Gr. wirksamem Chlor entspricht (0,00355 × 71,8 = 0,2546).

Probe von Wagner. Nach Wagner (1859) wird die Chlorkalkprobe *auf jodometrischem Wege* ausgeführt, indem man aus einer mit Salzsäure angesäuerten Jodkaliumlösung (1 und 10) durch die obige Chlorkalklösung Jod ausscheidet und die ausgeschiedene Jodmenge mittelst unterschwefligsauren Natrons bestimmt:

Jod J	= 127	geben	Jodnatrium Na J	= 150
Unterschwefligs. Natron $2(NaO, S_2O_2 + 5HO)$	= 248		Tetrathionsaur. Natron NO, S_4O_5	= 135
			Wasser 10 HO	= 90
	375			375

Die Ausführung der Probe geschieht auf folgende Weise: 100 Kubikcentimeter der milchigen Chlorkalklösung (= 1 Grm. Chlorkalk) mischt man mit 25 K.-C. Jodkaliumlösung und setzt verdünnte Salzsäure bis zur sauren Reaction hinzu. Die ziemlich klare, dunkelbraune Lösung wird mit unterschwefligsaurem Natron (24,8 Grm. Salz in 1 Liter; 1 K.-C. der Lösung entspricht 0,0127 Grm. Jod oder 0,00355 Grm. Chlor) farblos titrirt.

Beispiel.

I. 100 K.-C.	Chlorkalklösung		im Mittel demnach
25 „	KJ		44 K.-C. NaO, S_2O_2
43,8 „	NaO, S_2O_2		44,0 × 0,00355 = 15,62 pCt. Chlor.
II. 100 K.-C.	Chlorkalklösung		
25 „	KJ		
44,2 „	NaO, S_2O_2		

Derselbe Chlorkalk gab nach Mohr 15,79 pCt. Chlor, nämlich

100 K.-C. Chlorkalklösung
50 „ arsenige Säure
5,5 „ Jodlösung

demnach 44,5 K.-C AsO_3
44,5 × 0,00355 = 15,79 pCt. Chlor.

Andere Methoden der Chlorometrie. Probe von Otto. Andere Methoden der Chlorometrie sind die von Otto und Runge. Die Methode von Otto beruht auf dem Umstande, dass das bleichende Chlor des Chlorkalkes das schwefelsaure Eisenoxydul oxydirt. Die Umwandelung wird durch folgendes Schema ausgedrückt:

Eisenoxydul 2 FeO	geben	Eisenoxyd Fe_2O_3
Chlor Cl		Salzsäure Cl H
Wasser HO		

100 Theile Chlor oxydiren 783 Th. krystallisirtes schwefelsaures Eisenoxydul, der Chlorgehalt eines Chlorkalkes verhält sich demnach zu der Quantität des Eisenvitriols, die er oxydirt, wie 100 : 783. Die Umwandlung des Oxyduls in Oxyd wird durch Ferridcyankalium (rothes Blutlaugensalz) ermittelt, das durch Eisenoxydullösung, nicht aber durch Oxydlösung gefällt wird. Zu dem chlorometrischen Versuche werden 1,566 Grm. krystall. schwefelsaures Eisenoxydul in etwas Wasser gelöst und die Lösung mit Schwefelsäure angesäuert. Hierauf reibt man 2 Grm. des zu prüfenden Chlorkalkes mit Wasser zu einem höchst zarten Brei, verdünnt diesen mit Wasser und giesst die Flüssigkeit in die in 100 Kubikcentimeter eingetheilte Bürette; dann setzt man so viel Wasser hinzu, bis die Bürette bis 0 angefüllt ist. Nun giesst man von der Chlorkalkflüssigkeit in kleinen Quantitäten so lange zu der Eisenoxydullösung, bis alles Oxydul in Oxyd verwandelt ist, und ein Tropfen der Lösung einer verdünnten Ferridcyankaliumlösung nicht mehr blau fällt. Man notirt sich dann die Anzahl der verbrauchten Grade der Chlorkalkflüssigkeit. Um den Procentgehalt zu erfahren, braucht man nur die Zahl 1000 durch die verbrauchten Grade der Chlorkalkflüssigkeit zu dividiren. Sind z. B. bei dem Versuche 40 Grade der Chlorkalkflüssigkeit verbraucht worden, so enthält er Chlorkalk 25 pCt. Chlor, denn $\frac{1000}{40} = 25$.

Probe von Runge. Nach **Runge** berechnet man aus dem Gewichtsverluste, den ein Kupferblech in einem Gemenge der Chlorkalklösung mit Eisenchlorür erleidet, die Menge des Chlors; der Vorgang beruht darauf, dass Chlorkalk mit einer Auflösung von Eisenchlorür zusammengebracht, eine seinem Chlorgehalt genau entsprechende Menge Eisenoxyd bildet, dass Kupfer sich in reiner Salzsäure nicht auflöst, auch mit derselben gekocht, nichts von seinem Gewicht verliert, wenn die Luft abgeschlossen wird, dass dagegen sogleich eine Auflösung des Kupfers erfolgt, wenn der Salzsäure Eisenoxyd hinzugesetzt wird. Es bildet sich sodann Eisenchlorid, welches durch das Kupfer zu Eisenchlorür reducirt wird, während das Kupfer in Kupferchlorür übergeht:

$$Fe_2\,Cl_3 + 2\,Cu = 2\,Fe\,Cl + Cu_2\,Cl.$$

Man verfährt in folgender Weise: Man reibt 2 Grm. des zu untersuchenden Chlorkalkes mit Wasser zusammen und mischt mit der Flüssigkeit eine Eisenchlorürlösung, die unmittelbar vorher durch Auflösen von 0,6 Grm. reinem Eisen in Salzsäure dargestellt worden ist. Sodann giesst man Salzsäure im Ueberschuss hinzu und kocht die Flüssigkeit mit einem 4 Grm. schweren Kupferblech, bis die dunkle Farbe der Flüssigkeit in hellgelb-grün übergegangen ist. Hierauf wird das Kupfer herausgenommen, abgewaschen, getrocknet und gewogen. Ein Gewichtsverlust des Kupfers von 63,4 (= 2 Cu) entspricht 35,5 (= Cl) Chlor im Chlorkalk.

Chloralkalien. Von den sogenannten **Chloralkalien** wendet man das **unterchlorigsaure Kali** oder **Chlorkali** (*Eau de Javelle*) und die entsprechende **Natronverbindung** (*Eau de Labarraque*) an. Man stellt diese Bleichflüssigkeiten (Fleckwasser) dar, indem man durch eine Lösung ätzender (1) oder kohlensaurer (2) Alkalien Chlorgas leitet:

(1) $2\,KO + 2\,Cl = KO, ClO + Cl\,K;$

(2) $4\,KO, CO_2 + 2\,Cl = KO, ClO + 2\,KO, 2\,CO_2 + Cl\,K;$

oder indem man Chlorkalk mit Wasser auszieht und die Flüssigkeit mit kohlensaurem oder schwefelsaurem Alkali behandelt; es scheidet sich kohlensaurer oder schwefelsaurer Kalk ab, während unterchlorigsaures Alkali und Chlorür gelöst werden. Beide Flüssigkeiten werden in Frankreich in grosser Menge fabricirt; letztere führt den Namen *Chlorure de Soude* oder *Chlorure d'oxide de Sodium*.

Die **unterchlorigsaure Thonerde** (Chloralaunerde oder Wilson's Bleichflüssigkeit) wird durch Vermischen von Chlorkalklösung und schwefelsaurer Thonerde erhalten. **Unterchlorigsaure Magnesia** (Ramsay's Bleichflüssigkeit), durch Zersetzen von Chlorkalk mit Bittersalz dargestellt, ist, wie die Thonerdeverbindung ein energisches Bleichmittel. Neuerdings ist **unterchlorigsaures Zinkoxyd** als kräftiges Bleichmittel empfohlen worden; man versetzt Chlorkalk mit Zinkvitriol oder mit Chlorzink, im ersteren Falle fallen Gyps und Zinkvitriol nieder und unterchlorige Säure bleibt in Lösung, die im zweiten Falle mit Chlorcalcium gemengt ist. Auch **unterchlorigsaurer Baryt**, welcher mit verdünnter Schwefelsäure versetzt unter Abscheidung von Barytweiss unterchlorige Säure liefert, verdient Beachtung.

Chlorsaures Kali. Das **chlorsaure** Kali $KO, Cl\,O_5$, ein in weissen, tafelförmigen rhombischen Krystallen krystallisirendes Salz, wurde früher dargestellt, indem man Chlorgas durch eine concentrirte Lösung von kohlensaurem Kali leitete, wobei alle Kohlensäure entwich und eine Lösung entstand, die chlorsaures Kali und Chlorkalium enthielt:

$$6\,KO, CO_2 + 6\,Cl = 6\,CO_2 + KO, Cl\,O_5 + 5\,K\,Cl.$$

Das chlorsaure Kali krystallisirt aus der Flüssigkeit zuerst heraus. Die Mutterlauge lieferte beim Abdampfen Chlorkalium. Bei der Darstellung im Grossen lässt man Chlorgas auf Kalkmilch einwirken, wobei chlorsaurer Kalk und Chlorcalcium entstehen. Der erstere wird durch Chlorkalium zersetzt. Eine andere und vortheilhaftere Methode der Darstellung von chlorsaurem Kali besteht darin, dass man Chlorgas auf eine Auflösung von einem Aequivalent Chlorkalium, die mit 6 Aequivalenten Kalk zu einem Brei umgerührt worden ist, einwirken lässt:

$$K\,Cl + 6\,CaO + 6\,Cl = 6\,Ca\,Cl + KO, Cl\,O_5.$$

Nach einer anderen Methode verwandelt man Chlorkalk durch Kochen mit Wasser in chlorsauren Kalk ($3\ CaO, Cl\ O = Ca\ O, Cl\ O_5 + 2\ Ca\ Cl$) und führt denselben durch Chlorkalium oder kohlensaures Kali in chlorsaures Kali über.

Das chlorsaure Kali findet jetzt hauptsächlich Anwendung in der Feuerwerkerei, als Zusatz zur Masse der Zündrequisiten, der Zündhütchen und der Zündpillen der Zündnadelgewehre, und als oxydirendes Mittel in der Kattundruckerei. Früher wurde es zur Fabrikation der Tauchzündhölzchen benutzt.

Die Braunsteinprobe.

Braunsteinprobe. Der in der chemischen Fabrikation häufig, namentlich zur Darstellung des Chlorkalkes, zum Entfärben und Färben des Glases, in der Glas- und Porzellanmalerei, zur braunen Töpferglasur, zum Färben von Steingutmasse, zum Färben und Marmoriren der Seifen, beim Eisenpuddeln, in der Färberei und Zeugdruckerei zur Erzeugung von Bisterbraun, zur Darstellung des übermangansauren Kalis etc. angewendete Braunstein ist der Pyrolusit der Mineralogen oder das Mangansuperoxyd ($Mn\ O_2$) der Chemiker; fast stets enthält dieses Mineral niedrigere Oxydationsstufen des Mangans, besonders Manganit ($Mn_2\ O_3 + HO$) oder auch fremde Substanzen beigemengt. Da aber das Mangan als solches im Braunstein nur von untergeordnetem Werthe ist, so ist von Wichtigkeit, genau die Menge des darin enthaltenen Superoxydes kennen zu lernen. Unter den vielen zu diesem Behufe vorgeschlagenen Methoden ist die von Fresenius und Will vorgeschlagene zu empfehlen. Diese Methode gründet sich darauf, dass ein Aequivalent Mangansuperoxyd mit Schwefelsäure übergossen und erhitzt, durch seinen frei werdenden Sauerstoff ein Aequivalent Oxalsäure in zwei Aequivalente Kohlensäure umzuwandeln vermag, denn:

1 Aequivalent Mangansuperoxyd (MnO_2), 1 Aeq. Schwefelsäure (SO_3), 1 Aeq. Oxalsäure ($C_2\ H\ O_4$)	geben	1 Aeq. schwefelsaures Manganoxydul (MnO, SO_3) 2 Aeq. Kohlensäure ($2\ CO_2$), 1 Aeq. Wasser (HO).

Aus dem Gewicht der entwichenen Kohlensäure lässt sich leicht der Gehalt des Braunsteins an Mangansuperoxyd berechnen. — Zur Ausführung der Methode bedient man sich des in beistehender Figur 75 dargestellten Apparates. Zwei Glaskölbchen *A* und *B* werden durch luftdicht geschlossene Korke vermittelst einer rechtwinklig gebogenen Glasröhre verbunden, welche in dem Kolben *A* nur bis durch den Kork, in *B* aber bis auf den Boden reicht. In jedem Kolben befindet sich noch eine an beiden Seiten offene Glasröhre *c* und *d*. In den Kolben *A* bringt man das Gemenge des zu untersuchenden, vorher bei 120° getrockneten*) Braunsteins mit der Oxalsäure (oder oxalsaurem Kali) und so viel Wasser, dass der Kolben ungefähr zum dritten Theile angefüllt ist. Der Kolben *B* wird zur Hälfte mit englischer Schwefelsäure angefüllt. Nachdem dies geschehen, verschliesst man die obere Oeffnung der Röhre *c* mit etwas Wachs und wägt den Apparat; darauf zieht man mit dem Munde durch die Röhre *d* etwas Luft aus dem Kolben, so dass beim Entfernen des Mundes einige Tropfen Säure in den Kolben *A* treten. Die Entwickelung der Kohlensäure beginnt sogleich; sie entweicht durch die Schwefelsäure in den Kolben *B* und wird dadurch getrocknet. Lässt die Kohlensäureentwickelung nach, so saugt man abermals etwas Schwefelsäure herüber und fährt so fort, bis aller Braunstein zersetzt ist, was ungefähr 5—10 Minuten Zeit erfordert. Die Beendigung des Versuches erkennt man nicht nur an dem Aufhören der Kohlensäureentwickelung, sondern auch daran, dass kein schwarzes Pulver mehr am Boden des Kolbens befindlich ist. Nach vollendeter

Fig. 75.



*) Die Temperatur 120° ist als Norm für das Austrocknen des Braunsteins anzunehmen, indem dabei alles hygroskopische Wasser verflüchtigt wird, die darin enthaltenen Hydrate dagegen nicht zersetzt werden.

Kohlensäureentwickelung entfernt man das Wachs bei *c* und saugt längere Zeit bei *d*, um alle Kohlensäure aus dem Apparate zu entfernen. Durch abermaliges Wägen erfährt man den Gewichtsverlust und daraus durch Berechnung die Menge des in dem Braunstein enthaltenen Mangansuperoxydes, da sich zwei Aequivalente Kohlensäure ($2CO_3 = 44$) zu einem Aequivalent Mangansuperoxyd ($MnO_2 = 43,7$) verhalten wie die gefundene Kohlensäure zu x.

Hätte man 4,00 Grm. Braunstein genommen und bei dem Versuche 3,5 Kohlensäure erhalten, so wäre anzusetzen

$$44 : 43,7 = 3,50 : x$$
$$x = 3,47.$$

In 4 Grammen Braunstein waren enthalten 3,47 Grm. Mangansuperoxyd, was 86,7 pCt. entspricht. — Wenn man zu dem Versuche 2,98 Grm. Braunstein anwendet und die Menge der Kohlensäure durch 3 dividirt, so sind die Centigramme der entwichenen Kohlensäure der Ausdruck des Procentgehaltes an reinem Superoxyd. — Auf einen Theil Braunstein wendet man $1^1/_2$ Th. neutrales oxalsaures Kali an. — Braunsteinsorten, die kohlensaure Erden enthalten, werden von diesen Beimengungen vor dem Versuche befreit, indem man eine gewogene Menge des Braunsteins mit sehr verdünnter Salpetersäure digerirt, den Braunstein dann auf 1 Filter bringt, mit Wasser auswäscht und dann mit dem Filter vorsichtig in das Kölbchen *A* wirft, worauf die Operation wie gewöhnlich vorgenommen wird.

Nolte's Braunsteinprobe. Das Wesen der von Nolte empfohlenen Probe besteht darin, dass der Braunstein für jedes Atom Superoxyd aus Salzsäure 1 At. Chlor frei macht und dieses wiederum 2 At. Kupfer in Chlorür verwandeln kann. Man übergiesst 0,687 Grm. Braunstein in einem Kolben mit starker Salzsäure und Eisenchlorürlösung, welche etwa 0,9 Grm. Eisen enthält, setzt 2,0 Grm. Kupferblech hinzu und erhitzt, bis die dunkelbraune Lösung hellgelb geworden ist. Das ungelöst gebliebene Kupfer wird gewogen. Betrug der Gewichtsverlust 0,78 Grm. so enthielt der Braunstein 78 pCt. MnO_2.

Mohr's Braunsteinprobe. Nach der volumetrischen Methode von Mohr geschieht die Zersetzung des Braunsteins durch bestimmte Mengen Oxalsäure; der nicht zersetzte Theil der Oxalsäure wird vermittelst einer titrirten Lösung von übermangansaurem Kali (KO, Mn_2O_7) Chamäleon bestimmt.

Streng's Braunsteinprobe. Streng schlägt zur Ermittelung des Werthes des Braunsteins vor, den Braunstein mit überschüssigem Zinnchlorür und Salzsäure zu erhitzen ($SnCl + MnO_2 = SnO_2 + MnCl$) und das Zinnchlorür mittelst einer Lösung von saurem chromsaurem Kali ($KO, 2CrO_3$) zu bestimmen.

Die Alkalimetrie.

Alkalimetrie. Die Potasche ist ein Gemenge von kohlensaurem Kali und die Soda ein Gemenge von kohlensaurem Natron mit fremden Salzen. In den meisten Fällen richtet sich der Werth beider Körper nach der Menge des in ihnen enthaltenen kohlensauren Alkalis.

Seitdem man die Gewerbe auf naturgesetzliche Grundlagen zurückzuführen sich bemüht, war man daher bedacht, ein Verfahren auszumitteln, durch welches man den Gehalt der Potasche an reinem kohlensauren Kali mit einer für technische Zwecke genügenden Genauigkeit auf eine leicht und schnell ausführbare Weise bestimmen könne. Die Chemie zeigt uns hierzu zwei Wege, nämlich

a) die Säuremenge zu bestimmen, welche erforderlich ist, um das kohlensaure Kali zu neutralisiren;
b) die Quantität der Kohlensäure zu ermitteln, welche durch Zusatz einer stärkern Säure aus der Potasche ausgetrieben werden kann.

Beide Verfahren können selbstverständlich nur Anwendung finden, wenn ausser dem kohlensauren Alkali keine anderen kohlensauren Salze in der Potasche sich finden. Alle Methoden, welche den Gehalt der Potasche an kohlensaurem Kali zu ermitteln den Zweck haben, werden kalimetrische Methoden und die Gesammtheit derselben Kalimetrie (Potassometrie) genannt. Die Prüfungsmethoden der Potasche und der Soda (Sodametrie) fasst man auch häufig unter dem Namen Alkalimetrie zusammen.

Volumetrische Probe. Nach dem älteren von Descroizilles zuerst angewendeten und später von Gay-Lussac verbesserten Verfahren, dessen Idee von Richter ausgegangen, ist die Quantität Schwefelsäurehydrat, welche man braucht, um aus dem kohlensauren Kali der Potasche alle Kohlensäure auszutreiben, der Maassstab, nach welchem man den Werth der Potasche bestimmt. Die Wägungen, die man sonst bei chemisch-technischen Untersuchungen anzuwenden pflegt, sind hierbei so viel als thunlich in Messungen verwandelt, weshalb diese Methode auch die volumetrische Probe oder, weil man bei ihr eine Säure von genau bestimmtem Säuregehalt (*titre*) anwenden muss, die Titrirprobe genannt wird.

Die Probesäure erhält man durch Vermischen von 100 Grm. reiner Schwefelsäure von 1,842 specifischem Gewicht mit 1000 Grm. (= 1000 Kubikcentimeter = 1 Liter) destillirtem Wasser. Anstatt diese Quantität zu wägen, kann man auch 54,268 Kubikcentimeter der Schwefelsäure mit 1 Liter Wasser vermischen. 50 Kubikcentimeter der Probesäure sind hinreichend, um 4,807 Grm. Kali in schwefelsaures Kali zu verwandeln. Die Büretten sind die gewöhnlichen, in der Titriranalyse üblichen. Man füllt die Bürette, welche in 100 halbe Kubikcentimeter getheilt ist, bis zum Punkte 0 mit Probesäure an; darauf wägt man 4,807 Grm. Potasche ab, löst diese Menge in siedendem Wasser und setzt zu der Lösung so lange von der Probesäure aus der Bürette, bis die Sättigung erfolgt ist. Um den Sättigungspunkt genau bestimmen zu können, wird die Lösung der Potasche mit etwas Lakmustinctur bläulich gefärbt; mit dem Zugiessen der Probesäure hört man dann erst auf, wenn die Lösung eine weinrothe Farbe angenommen hat. Aus der Zahl der verbrauchten halben Kubikcentimeter der Probesäure schliesst man dann auf den Gehalt der untersuchten Potasche. Um ganz sicher zu gehen, rechnet man von der verbrauchten Menge $^1/_2$ Grad ab. Angenommen, man hätte 60 halbe Kubikcentimeter zur Sättigung der Potasche gebraucht, so würde demzufolge die Potasche $59^1/_2$grädig sein.

Wenn ausser dem kohlensauren Kali Schwefelmetalle, schwefligsaure und unterschwefligsaure Salze in der Potasche vorhanden sind, so entstehen bei dieser Prüfungsmethode der Potasche Fehler, welche indessen bei der gewöhnlichen Potasche unberücksichtigt gelassen werden können.

Aus den gefundenen Procenten Kali berechnet man die Procente kohlensaures Kali, indem man die Kaliprocente mit 1,47 multiplicirt. Zeigt z. B. eine Potasche einen Kaligehalt von 50 pCt., so enthält sie $50 \times 1,47 = 73,5$ pCt. kohlensaures Kali.

Probe von Mohr. Mohr hat die volumetrische Potaschenprobe wesentlich verbessert. Diese Verbesserungen beziehen sich theils auf die Apparate, theils auf die Probesäure. Die frühere Bürette von Gay-Lussac hat mehrere Fehler, welche sich bei jedem Gebrauche derselben fühlbar machen. Vor Allem ist es schwierig, das Instrument genau bis an 0 zu füllen; es ist ferner nicht möglich, während des Giessens die Quantität der verbrauchten Flüssigkeit abzulesen. Diese Uebelstände beseitigt Mohr durch seine allgemein eingeführte Quetschhahn-Bürette. Die bei kalimetrischen Bestimmungen bis jetzt als Probesäure gebräuchliche Schwefelsäure ersetzt Mohr durch die krystallisirte Oxalsäure ($C_2\ O_3$, $HO = 63$), die sich zu diesem Zwecke dadurch empfiehlt: 1) dass sie stark sauer ist und der Schwefelsäure in ihrer Wirkung auf Lakmus nicht nachsteht; 2) dass sie im trocknen Zustande unverändert bleibt, nicht zerfliesst und nicht verwittert und deshalb auf der Wage in beliebiger Menge mit grosser Genauigkeit gewogen werden kann; 3) dass ihre Lösung beim Aufbewahren sich nicht zersetzt und nicht wie die Lösung der Wein-

säure und Citronensäure schimmelt; 4) dass sie in heissen und siedenden Flüssigkeiten nicht flüchtig ist.

63 Grm. der Oxalsäure werden in Wasser gelöst, so dass die Lösung genau 1 Liter beträgt. Dieser sauren Probeflüssigkeit entspricht eine zweite, die aus einer Auflösung von möglichst kohlensäurefreiem Kali besteht. Sie ist so titrirt, dass beim Vermischen derselben mit einem gleichen Volumen der Probeoxalsäure der letzte Tropfen Natron die Farbe der zugesetzten Lakmustinctur aus Roth in Blau überführt, was jedesmal durch einen einzigen Tropfen gelingt, wenn die Lösung kohlensäurefrei ist.

Zu einer kalimetrischen Probe wiegt Mohr von der geglühten und wasserfreien Potasche $^1/_{10}$ Atom in Gramme ab, mithin

6,911 Grm. Potasche oder 5,32 Grm. Soda.

Da die Probeflüssigkeit in 1000 Kubikcentim. 1 At. Oxalsäure enthält, so würden 100 Kubikcentim. dieser Flüssigkeit genau $^1/_{10}$ Atom des Alkalis sättigen. Man bringt die Potasche mit etwas Lakmustinctur in eine kleine Kochflasche und lässt einen Strahl Probesäure hinzu, welche die Potasche unter Aufbrausen zersetzt. Die Farbe geht aus Blau in Violett über und das Aufbrausen wird schwächer. Man bringt nun die Flüssigkeit zum Kochen und lässt noch mehr Probesäure hinzu, bis die Farbe vollkommen zwiebelroth geworden, dann lässt man noch Probesäure im Ueberschuss bis zu den nächsten vollen 5—6 Kubikcentim. hinzu. Das Alkali ist nun entschieden übersättigt; durch Kochen, Schütteln und Hineinblasen und zuletzt Aussaugen mit einer Glasröhre wird die letzte Spur Kohlensäure entfernt. Der Sättigungspunkt des Alkalis ist jetzt um 2—5 Kubikcentim. überschritten und dies muss genau bestimmt werden. Man füllt jetzt eine in $^1/_{10}$ Kubikcentim. getheilte Handpipette bis an den Nullpunkt mit Aetzkali und lässt dasselbe tropfenweise in die rothe Alkaliflüssigkeit fallen, indem dieselbe dabei umgeschwenkt wird. Die Farbe geht jetzt rasch aus Hellroth in Violett und dann plötzlich in klares Blau über. Man liest nun die verbrauchten Kubikcentimeter Aetzkali ab und zieht sie von den verbrauchten Kubikcentimetern Probesäure ab; der Rest giebt die Procente an chemisch reinem kohlensaurem Kali.

Beispiel. 3,45 Grm. = $^1/_{20}$ Atom Potasche brauchten 36 Kubikcentimeter Probesäure und 3 Kubikcentimeter Probekali = 33 Kubikcentimeter Probesäure = 66 pCt. kohlensaures Kali (da anstatt $^1/_{10}$ At. nur $^1/_{20}$ At. angewendet worden war, so mussten die Kubikcentimeter der Säure verdoppelt werden, um Procente zu erhalten).

Probe von Fresenius und Will.

Unter den kalimetrischen Verfahren, die sich auf die Ermittelung der Kohlensäuremengen gründen, welche durch Zusatz einer stärkern Säure aus der Potasche ausgetrieben werden, steht das von Fresenius und Will oben an. Früher bedienten sich die Genannten eines höchst einfach construirten Apparates (Fig. 76), welcher sehr geeignet ist, den Vorgang möglichst zu versinnlichen.

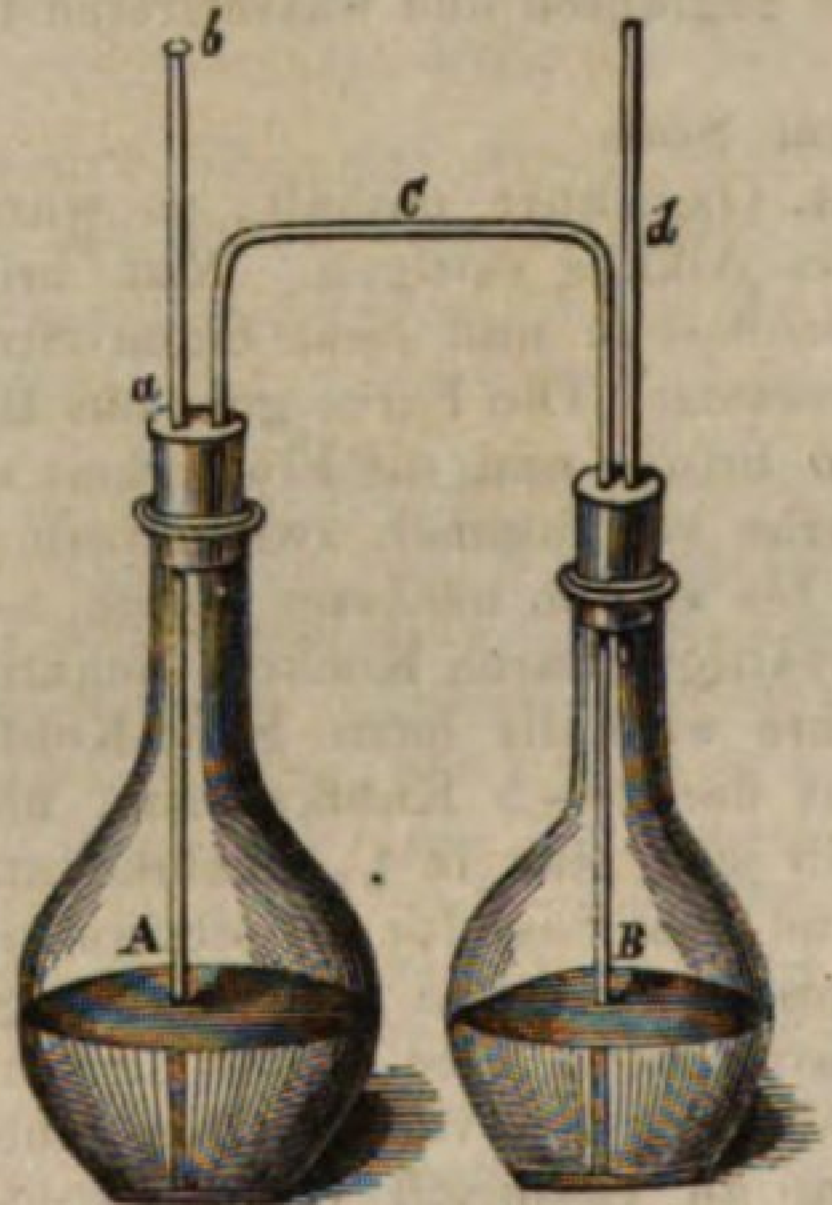
Fig. 76.



Man bringt in einen kleinen Kolben *A* die Potasche in dem Röhrchen *a*, die Säure, welche zur Zersetzung dienen soll (Salzsäure oder besser verdünnte Schwefelsäure) in dem Röhrchen *b*, welches so lang sein muss, dass es sich nicht horizontal legen kann, verschliesst darauf den Kolben mit einem Korke, durch welchen ein Chlorcalciumrohr *B* und ferner eine dünne Glasröhre *c* geht, welche mit ihrem einen Ende fast auf den Grund von *A* reicht, an ihrem äusseren Ende aber durch ein Wachskügelchen *d* verschlossen wird. Der so vorgerichtete Apparat wird gewogen und die Säure alsdann durch Neigen des Kolbens allmälig aus dem Röhrchen *b* ausgegossen. Die Kohlensäure entweicht durch das Chlorcalciumrohr und wird darin getrocknet. Nach beendigter Kohlensäureentwicklung entfernt man das Wachskügelchen, befestigt an die Röhre *c* ein Chlorcalciumrohr und saugt an *B*, bis die Luft nicht mehr nach Kohlensäure schmeckt. Der Apparat wird nun wieder gewogen; der Gewichtsverlust giebt die Menge der Kohlensäure an, welche in der Potasche enthalten war.

Obgleich vorstehender Apparat genaue Resultate giebt, so eignet sich derselbe, weil er nur mit sehr kleinen Mengen von Potasche zu arbeiten gestattet, kaum zu technischen Untersuchungen. Es wurde daher ein Apparat (Fig. 77) construirt, bei welchem das Austrocknen der Kohlensäure nicht durch Chlorcalcium, sondern einfach durch dieselbe Schwefelsäure bewirkt wird, mittelst deren man die Kohlensäure aus der Potasche austreibt. Die Einrichtung dieses Apparates ist bereits bei Gelegenheit der Braunsteinprobe (vergl. Seite 206) beschrieben worden.

Fig. 77.



In den Kolben *A* bringt man die abgewogene Potasche und füllt alsdann den Kolben bis zum dritten Theil mit Wasser an; *B* wird bis zur Hälfte mit gewöhnlicher englischer Schwefelsäure angefüllt. Die Röhre *a* ist an ihrem Ende *b* durch ein Wachskügelchen verschlossen. Die Propfen werden alsdann aufgesetzt und der Apparat wird gewogen. Man saugt nun aus der Röhre *d* etwas Luft und verdünnt somit die Luft im ganzen Apparate. Die Folge davon ist, dass die in *B* befindliche Schwefelsäure in der Röhre *c* in die Höhe steigt und in den Kolben *A* herüberfliesst. Die sich in *A* entwickelnde Kohlensäure kann nun durch die Schwefelsäure entweichen, wo sie alles Wasser abgiebt. Wenn nach öfterem Saugen durch neues Hinzutreten von Schwefelsäure keine Kohlensäure sich mehr entwickelt, so entfernt man das Wachs vom Ende der Röhre *a* und saugt bei *d* so lange, bis alle Kohlensäure, mit welcher der Apparat noch erfüllt war, durch Luft ersetzt ist. Man lässt den Apparat erkalten, trocknet ihn ab und wägt ihn, nachdem man das Wachskügelchen wieder auf *a* gebracht hat. Da die Gewichtsverminderung nothwendig dem Gewicht der entwichenen Kohlensäure gleich sein muss, so erfährt man hierdurch die Menge der Kohlensäure und somit auch die des reinen kohlensauren Kalis, welche derselben entspricht.

Es ist klar, dass vorstehendes Verfahren, je nach der Zusammensetzung der Potasche, auf geeignete Weise abgeändert werden muss. Alle Salze, welche flüchtige Säuren enthalten, müssen, wenn sie in der Potasche vorkommen, einen störenden Einfluss auf die Methode ausüben; kohlensaurer Kalk ist hierbei nicht in Betracht zu ziehen, da derselbe, falls er zugegen sein sollte, durch blosses Behandeln der Probe mit Wasser getrennt werden kann. Enthält dagegen die Potasche Schwefelkalium, ein schweflig- oder ein unterschwefligsaures Salz, so setzt man zu der Probe eine Messerspitze voll gelben chromsauren Kalis; sowohl der Schwefelwasserstoff, als auch die schweflige Säure werden dadurch im Momente des Freiwerdens zersetzt und die entstehenden Produkte oder Edukte (schwefelsaures Chromoxyd, Wasser und Schwefel) bleiben sämmtlich zurück. Enthält die Potasche ätzendes Kali, wie es bei den nordamerikanischen Potaschen der Fall ist, so würde das Verfahren einen zu geringen Kaligehalt angeben. In diesem Falle, der bei deutschen und russischen Potaschen indessen selten eintritt, befeuchtet man die Potasche vorher mit kohlensaurem Ammoniak, trocknet und glüht sie.

Ausdruck des Handelswerthes. Da die Potasche äusserst hygroskopisch ist, so reicht es keineswegs hin, um den Handelswerth derselben richtig zu bestimmen, lediglich anzugeben, wie viel kohlensaures Kali darin enthalten ist, sondern diese Angabe muss sich auf wasserfreie Potasche beziehen und man muss auch noch wissen, wie viel Wasser sie enthält. Um den Wassergehalt zu erfahren, erhitzt man eine gewogene Menge, z. B. 10 Grm., Potasche in einem Schälchen von Eisenblech über der Weingeist- oder Gaslampe oder über einem Kohlenfeuer so lange, bis alles Wasser ausgetrieben ist, was man daran erkennt, dass eine darüber gehaltene Glasscheibe sich nicht mehr beschlägt, wozu in der Regel fünf Minuten genügend sind. Der Gewichtsverlust, in Decigrammen ausgedrückt, zeigt den Wassergehalt in Procenten an. Von dieser

so getrockneten Potasche werden 6,23 Grm. abgewogen und auf die angegebene Weise weiter behandelt. Da 6,29 Grm. Potasche und 4,84 Grm. Soda, wenn sie reines kohlensaures Alkali wären, genau 2 Grm. Kohlensäure enthalten, so zeigen je 2 Centigramme Verlust ein Procent kohlensaures Kali an. Betrug der Gewichtsverlust des Apparates bei der Prüfung einer Potasche 1,64 (= 164 Centigramme), so enthielt diese Potasche $^{164}/_{2}$ = 82 pCt. kohlensaures Kali.

Für den wissenschaftlichen Gebrauch würde es genügen, die so erhaltenen Resultate in Procenten auszudrücken und z. B. zu sagen, eine Potasche enthält in 100 Theilen

kohlensaures Kali	82
fremde Salze	8
Wasser	10
	100

Für den commerciellen Verkehr jedoch und um den Handelswerth (*titre*) der Potasche auszudrücken, ist diese Methode unbequem, da die Potasche Wasser anzieht und mit dem Wassergehalt ihre Zusammensetzung sich ändert. Will und Fresenius haben daher eine andere, weit zweckmässigere Methode angegeben, von welcher es wünschenswerth wäre, dass sie allgemein angenommen würde. Nach derselben bezieht sich die Angabe des Procentgehalts der Potasche immer auf den wasserfreien Zustand; dieser Procentgehalt wird durch den unveränderlichen Zähler eines Bruches ausgedrückt, während man den wechselnden Wassergehalt durch einen veränderlichen Nenner bezeichnet. Angenommen, man wolle bezeichnen, dass eine Potasche im wasserfreien Zustande 60 pCt. kohlens. Kali enthielte, so würde man schreiben $^{60}/_{100}$; stellt man sich vor, dieselbe zöge nunmehr so viel Feuchtigkeit an, dass 100 Pfund derselben 105 oder 109 wögen, so hätte man in dem ersten Falle $^{60}/_{105}$, im zweiten $^{60}/_{109}$. Es wird also nach dieser Bezeichnungsweise von dem Fabrikanten der Preis der Potasche im wasserfreien Zustande festgesetzt und der Gehalt der Waare durch einen Bruch bezeichnet in der Art, dass der Zähler den Gehalt an kohlensaurem Kali angiebt, während der Nenner 100 die Abwesenheit von Wasser bezeichnet. Potasche von $^{60}/_{100}$ kostet z. B. 18 fl. Der mit der Aufnahme von Wasser sich vergrössernde Nenner giebt alsdann dem Käufer an, wieviel von der wasserhaltigen Waare ihm für gleichen Preis geliefert werden muss. Wird aus der Potasche von $^{60}/_{100}$ durch Wasseraufnahme solche zu $^{60}/_{105}$ oder $^{60}/_{109}$, so dürfen alsdann 105 oder 109 Pfund derselben gleichfalls nur 18 fl. kosten.

Es ist einleuchtend, dass diese Bezeichnungsweise bei gleicher Einfachheit weit grössere Sicherheit als die frühere gewährt. Jeder Zweifel wird dadurch ausgeschlossen, jedem Missverständnisse vorgebeugt. Der Käufer braucht, falls er sich auf die Gewissenhaftigkeit des Fabrikanten verlassen kann, nur eine Wasserbestimmung zu machen, um den wirklichen Werth der zu kaufenden Waare zu beurtheilen. Er braucht, mit anderen Worten, nur den Nenner des Bruches zu prüfen, weil dieser dem Wechsel unterworfen ist, den unveränderlichen Zähler nimmt er als richtig an.

Den Gehalt der Soda giebt man bisweilen in Graden an. In Frankreich versteht man darunter Procente an kohlensaurem Natron, in England Procente an reinem Aetznatron. Da nun reines kohlensaures Natron in 100 Theilen aus 58,6 Theilen Natron und 41,4 Theilen Kohlensäure besteht, so sind z. B.

80° französische Bezeichnung	=	46,9° englische Bezeichnung.
86° „ „	=	50,5° „ „
96° „ „	=	52,8° „ „

Das Ammoniak und die Ammoniaksalze.

Flüssiges Ammoniak. Das Ammoniak (NH_3) ist in technischer Beziehung sehr wichtig, nicht nur, weil es indirect das Rohmaterial zur Herstellung der Salpetersäure und der salpetersauren Salze bildet, wird es auch direct angewendet zum Extrahiren der Orseille, der Cochenille u. s. w., zum Ausziehen des Kupfers, zum Auflösen des Silbers (Chlorsilbers) aus den Erzen, in der Schnupftabakfabrikation u. s. w. Das reine Ammoniak erscheint als farbloses Gas von stechendem, zu Thränen reizendem

Geruche und ätzendem alkalischem Geschmacke. Ein Volumen Wasser löst 4—500 Volumen dieses Gases und bildet dann das flüssige Ammoniak oder den Salmiakgeist. Bei erhöhter Temperatur und an der Luft verliert diese Flüssigkeit den grössten Theil des darin aufgelösten Ammoniaks; im luftverdünnten Raume geht die Entwickelung des Ammoniakgases unter bedeutender Kälteerzeugung vor sich (darauf beruht eine Methode der Eiserzeugung); sie zieht ferner Kohlensäure aus der Luft an.

Aus dem specifischen Gewichte des flüssigen Ammoniaks kann man nach folgender Tabelle die Procente des reinen Ammoniaks erfahren:

Spec. Gew.	Ammoniak.	Wasser.	Spec. Gew.	Ammoniak.	Wasser.
0,875	32,50	67,59	0,951	12,40	87,60
0,900	26,00	74,00	0,954	11,56	88,40
0,905	25,39	74,63	0,957	10,82	89,18
0,925	19,54	84,46	0,959	10,27	89,83
0,932	17,52	82,48	0,961	9,60	90,40
0,938	15,88	84,12	0,969	9;50	90,50
0,943	14,53	85,47	1,000	0,00	100,00
0,947	13,46	86,54			

Gewöhnlich stellt man das flüssige Ammoniak dadurch dar, dass man ein billiges Ammoniaksalz, entweder Salmiak oder schwefelsaures Ammoniak, in der Wärme durch Aetzkalk zersetzt und das sich entwickelnde Ammoniakgas in Wasser auffängt:

Salmiak NH_4 Cl, Kalkhydrat CaO, HO } geben { Ammoniak NH_3, Chlorcalcium Ca Cl, Wasser 2 HO

oder

Schwefelsaures Ammoniak NH_4O, SO_3, Kalkhydrat CaO, HO } geben { Ammoniak NH_3, Gyps CaO SO_3 + 2 HO

Auf kaltem Wege hat man neuerdings empfohlen, Ammoniakflüssigkeit zum technischen Gebrauch darzustellen, indem man schwefelsaures Ammoniak in Wasser löst und aus der Lösung die Schwefelsäure mittelst Aetzbaryt fällt, wobei als Nebenprodukt Barytweiss erhalten wird.

Man hat auch vorgeschlagen, das bei der Gasfabrikation aus Steinkohlen sich entwickelnde Ammoniakgas zur Bereitung des flüssigen Ammoniaks zu benutzen: Die bei dieser Fabrikation erhaltenen Condensationswässer enthalten neben anderen Produkten kohlensaures Ammoniak und Schwefelammonium; indem man diese Wasser mit gelöschtem Kalk destillirt, entwickelt sich Ammoniak und es bleiben kohlensaurer Kalk und Schwefelcalcium zurück.

Kürzlich hat man empfohlen, das Ammoniakgas durch Einwirkenlassen von heissen Wasserdämpfen auf Cyanbarium (C_2 N Ba + 3 HO = NH_3 + Ba O + 2 CO) darzustellen.

Kohlensaures Ammoniak. Die Verbindung des Ammoniaks mit der Kohlensäure, die in der Technik Anwendung findet, ist das anderthalb kohlensaure Ammoniak oder Ammoniaksesquicarbonat. Man erhält es in unreinem Zustande

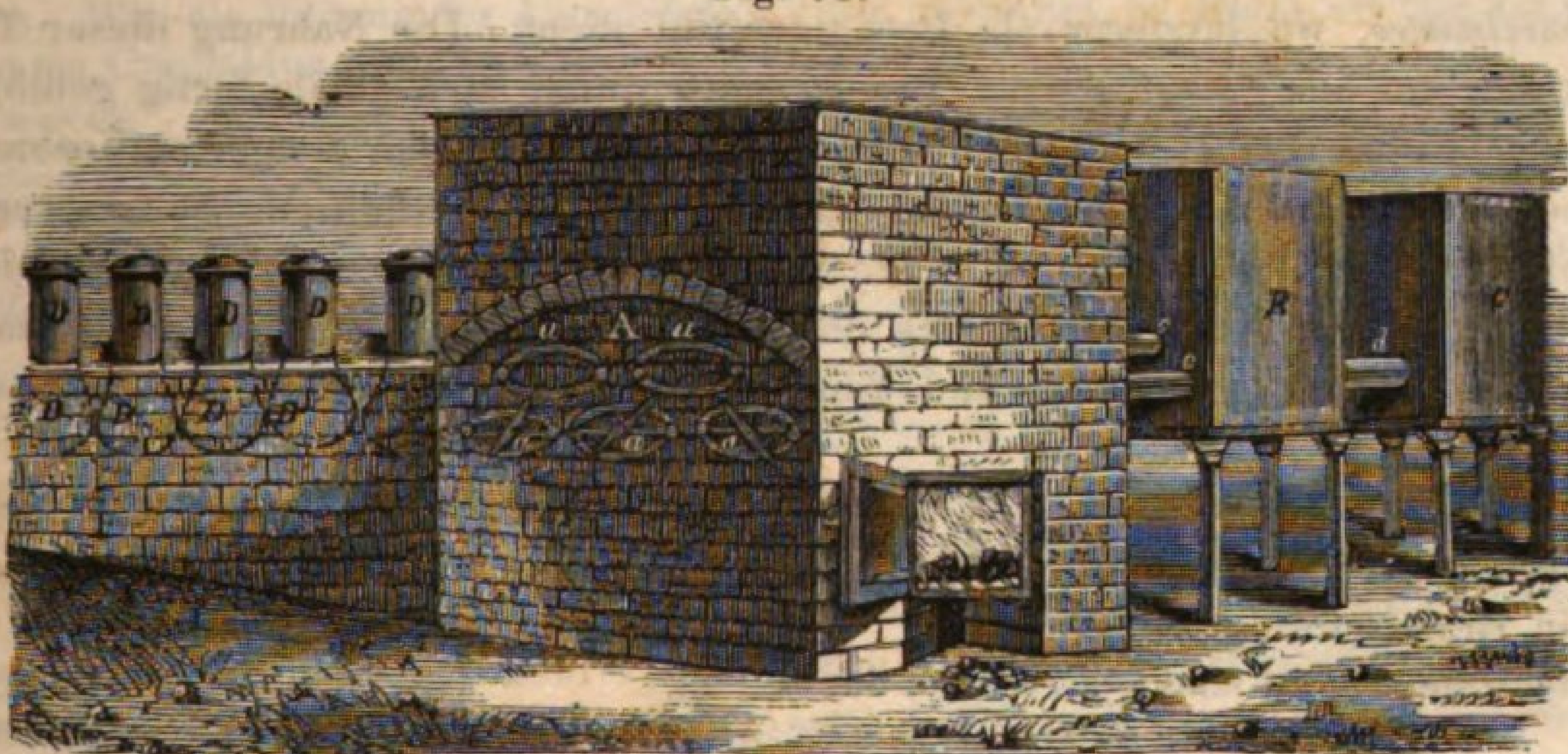
1) durch Fäulniss stickstoffhaltiger Thiersubstanzen,
2) durch trockne Destillation derselben,
3) als Nebenprodukt bei der Gasbereitung.

Wenn stickstoffhaltige organische Körper faulen, so entwickelt sich stets kohlensaures Ammoniak. So z. B. in grösserer Menge beim Faulen des Harns, dessen Harnstoff sich durch Fäulniss in kohlensaures Ammoniak verwandelt. Der

gefaulte Harn wird entweder für sich benutzt, so unter Anderm zum Entschweissen der Wolle, zum Entfetten des Tuchs, in der Alaunfabrikation, oder der Destillation unterworfen.

Bei der trocknen Destillation von Thiersubstanzen, wie Knochen, Thierhäute, Fleisch, Horn etc., erhält man kohlensaures Ammoniak, welches sich zum Theil in den Kühlgefässen in festem Zustande als sogenanntes Hirschhornsalz (*Sal cornu cervi*, s. *Ammonium carbonicum pyro-oleosum*) absetzt, zum Theil aber auch in der Flüssigkeit gelöst ist (Hirschhornspiritus, *Spiritus cornu cervi*). Ist der Hauptzweck der Operation Thierkohle behufs der Darstellung von Blutlaugensalz, so wird die Destillation der Thiersubstanzen bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen, damit die zurückbleibende Kohle so stickstoffhaltig als möglich sei. Zu diesem

Fig. 78.



Behufe bringt man die Thiersubstanzen in eiserne Retorten *a*, *a*, *a* (Fig. 78), welche zu fünf in dem Gewölbe eines Ofens eingemauert sind; an ihrem hinteren Ende befindet sich eine Röhre *c c*, welche die beim Erhitzen der Retorten sich bildenden Dämpfe in die erste Bleikammer *B* leiten; was sich darin nicht verdichtet, geht durch das Rohr *d* in die zweite Bleikammer *C*. Das in den Kammern verdichtete Salz wird durch Sublimation in eisernen Töpfen *D*, *D* mit bleiernen Deckeln gereinigt. Man kann das kohlensaure Ammoniak auch durch Sublimation mit Thierkohle reinigen.

Vollkommen reines kohlensaures Ammoniak erhält man durch Sublimation eines Gemenges von 1 Theil Salmiak mit 3 Theilen Kreide:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Salmiak } 3\,NH_4\,Cl\\ \text{Kreide } 4\,CaO,\ CO_2\end{array}\right\}\ \text{geben}\ \left\{\begin{array}{l}\text{Kohlensaures Ammoniak } 2\,NH_4O,\ 3\,CO_2\\ \text{Chlorcalcium } 3\,Ca\,Cl\\ \text{Ammoniak } NH_4O\end{array}\right.$$

Das kohlensaure Ammoniak bildet eine weisse krystallinische Masse, die stark nach Ammoniak riecht, an die Luft reines Ammoniak abgiebt und dadurch in zweifach kohlensaures Ammoniak übergeht. Seines stechenden Geruchs wegen führt es den Namen Riechsalz. Das unreine kohlensaure Ammoniak ist das Rohmaterial zur Herstellung der übrigen Ammoniaksalze; man verwendet es ferner eben so, wie das unreine Aetzammoniak, als Fleckwasser, zum Lösen von Fett, zum Extrahiren von Kupfer aus seinen Erzen, zum Ausziehen von Flechtenfarbstoffen in der Fabrikation von Orseille u. s. w. Das reine kohlensaure Ammoniak findet in der Heilkunde Anwendung und dient ausserdem in der Zucker- und Lebkuchenbäckerei zum Auftreiben des Teiges.

Das zweifach kohlensaure Ammoniak NH_4O, HO, $2\,CO_2$ bildet sich, wie erwähnt, aus dem anderthalb kohlensauren Ammoniak durch Austreten von Ammoniak. Interessant ist das Vorkommen dieser Verbindung in einem Guanolager an der Westküste von Patagonien in so bedeutenden Quantitäten, dass vor etwa fünfzehn Jahren das natürliche zweifach kohlensaure Ammoniak einen Handelsartikel bildete.

Salmiak. Der Salmiak (Chlorammonium, salzsaures Ammoniak) $NH_4\,Cl$ besteht in 100 Theilen aus

Ammoniak	31,83	oder	Ammonium	33,75
Salzsäure	68,22		Chlor	66,25

und findet sich als vulkanisches Produkt schon fertig gebildet in der Natur. Der Brand von Steinkohlenflötzen und Braunkohlenlagern giebt ebenfalls Veranlassung zur Bildung von Salmiak. Früher kam der Salmiak aus Egypten, welches vom dreizehnten Jahrhundert an bis zur zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts ganz Europa damit versorgte. Man bereitete den Salmiak in Aegypten durch *Verbrennen des Kameelmistes*, wo letzterer als Brennmaterial dient. Die Nahrung dieser Thiere besteht fast nur aus Salzpflanzen. Der Salmiak findet sich theils fertig gebildet in der Kameelgülle, theils und zwar hauptsächlich bildet er sich erst beim Verbrennen derselben aus den in den Excrementen enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen und den Chlormetallen (Chlornatrium, Chlorkalium). In dem beim Verbrennen des an der Sonne getrockneten Kameelmistes sich bildenden Russ ist der Salmiak enthalten; er wurde sorgfältig gesammelt und dann in besonderen Anstalten der Sublimation unterworfen.

In Europa begann man erst im achtzehnten Jahrhundert, Salmiak im Grossen darzustellen, indem die Gebrüder Gravenhorst die erste Salmiakfabrik im Jahre 1759 in Braunschweig anlegten.

Heutzutage stellt man den Salmiak dar

1) aus Ammoniak, ätzendem oder kohlensaurem und Schwefelammonium und Salzsäure;
2) aus schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz;
3) aus kohlensaurem Ammoniak und Kochsalz.

Salmiak aus Ammoniak und Salzsäure. Salmiak durch Neutralisation von Ammoniak durch Salzsäure. Als ammoniakalische Flüssigkeit wendet man entweder das rohe Destillat von stickstoffhaltigen Thiersubstanzen, oder gefaulten Harn, oder endlich das ammoniakalische Condensationswasser der Steinkohlengasfabriken an.

Man setzt so viel Salzsäure hinzu, dass die Flüssigkeit deutlich sauer reagirt. Die in der Flüssigkeit enthaltene freie Säure wird durch Kalkmilch oder Kreide oder zweckmässiger durch Ammoniakwasser neutralisirt. Aus den Abdampfpfannen kommt die Lauge in die Krystallisirbottiche, in welchen sich nach 8 bis 10 Tagen der Salmiak als ein unreines braunes, grobkörniges Salz ausgeschieden hat, das durch Sublimation gereinigt wird.

Das bei der trockenen Destillation der Steinkohlen sich bildende Ammoniak kann auch dadurch in Salmiak übergeführt werden, dass man das rohe Gas durch eine Lösung von Manganchlorür leitet, welches als Nebenprodukt bei der Chlorgasfabrikation in grosser Menge gewonnen wird. Dadurch wird das Gas sowohl von der Kohlensäure als auch von dem Schwefelammonium befreit, indem unlösliches Schwefelmangan und kohlensaures Manganoxydul niedergeschlagen werden, während das Chlor mit dem Ammoniak zu Salmiak zusammentritt.

Der Salmiak — erhalten durch Neutralisation von Ammoniak mit Salzsäure — tritt ferner als *Nebenprodukt bei der Knochenleimfabrikation* und bei der *Phosphordarstellung*, wenn dieselbe mit der Fabrikation von Knochenleim verbunden ist, auf. Die Knochen werden zu diesem Behufe nach ihrer Entfettung durch Auskochen mit Wasser mittelst Salzsäure von dem phosphorsauren Kalke befreit, der sich in der Salzsäure langsam auflöst. Die zurückbleibende organische Knochensubstanz, der Knorpel, wird nach dem Auswaschen

zur Knochenleimfabrikation verwendet. Den in der Salzsäure aufgelösten phosphorsauren Kalk fällt man mit rohem kohlensauren Ammoniak. In der Flüssigkeit bleibt Salmiak gelöst, welcher zu verkäuflichem Produkt verarbeitet wird. Es ist weit vortheilhafter, den phosphorsauren Kalk aus der salzsauren Lösung mittelst Kalk zu fällen, wobei er weniger leicht durch kohlensauren Kalk verunreinigt wird, und dann erst das kohlensaure Ammoniak durch die erhaltene Chlorcalciumlösung in Salmiak überzuführen. Der phosphorsaure Kalk wird auf Phosphor verarbeitet.

Endlich sei erwähnt, dass die Hohofengase auch zur Darstellung von Salmiak vorgeschlagen worden sind. Bunsen und Playfair nämlich fanden, dass die Gase der mit Steinkohlen betriebenen Hohöfen Ammoniak in solcher Menge enthalten, dass dessen Gegenwart besonders in den tieferen Theilen des Schachtes schon durch den Geruch zu erkennen ist. Die genannten Chemiker gelangten zu der Ueberzeugung, dass die Verwerthung des Ammoniaks auf die einfachste Weise ausgeführt werden könne, indem man die Gase durch einen mit Salzsäure versehenen Condensationsraum leitet. Aus dem Alfreton-Hohofen in England könnte man auf diese Weise täglich 2,44 Centner Salmiak als Nebenprodukt, ohne erhebliche Kostenerhöhung des Betriebes und ohne die mindeste Störung des Processes gewinnen. Was die Bildung des Ammoniaks hierbei anbelangt, so hängt sie mit der Seite 12 erwähnten Cyanbildung im Hochofen zusammen.

Salmiak aus schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz.

Salmiak aus schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz kann theils auf nassem Wege, theils durch Sublimation dargestellt werden. Bringt man concentrirte Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz zusammen, so scheidet sich beim Ruhigstehen der Lauge Glaubersalz aus und in der Flüssigkeit bleibt Salmiak, nebst etwas Salz gelöst. Beim Abdampfen der Flüssigkeit erhält man in Krystallisirgefässen Salmiak mit Glaubersalz verunreinigt; man spült die Krystalle mit Wasser ab und reinigt sie durch Umkrystallisiren oder durch Sublimiren.

Man kann das schwefelsaure Ammoniak durch Kochsalz auch auf trocknem Wege in Salmiak verwandeln, indem man ein trockenes Gemenge beider Körper der Sublimation unterwirft. Das Glaubersalz bleibt dabei am Boden des Sublimirgefässes zurück. Um eine vollständige Zersetzung zu erzielen, ist es nothwendig, dass das Kochsalz in dem Gemenge im Ueberschuss enthalten sei.

Salmiak aus kohlensaurem Ammoniak und Kochsalz.

Salmiak aus kohlensaurem Ammoniak durch Kochsalz, Mutterlauge etc. Wenn eine concentrirte Kochsalzlösung, die Ammoniak enthält, mit Kohlensäure gesättigt wird, so bilden sich Salmiak und zweifach kohlensaures Natron. Auf dieses Verhalten hat Schloesing eine Methode der Sodafabrikation begründet, bei welcher man entweder den Salmiak als Nebenprodukt gewinnt oder denselben sofort wieder in kohlensaures Ammoniak überführt, welches zum Fällen neuer Mengen von Kochsalz dient (vergl. Seite 179).

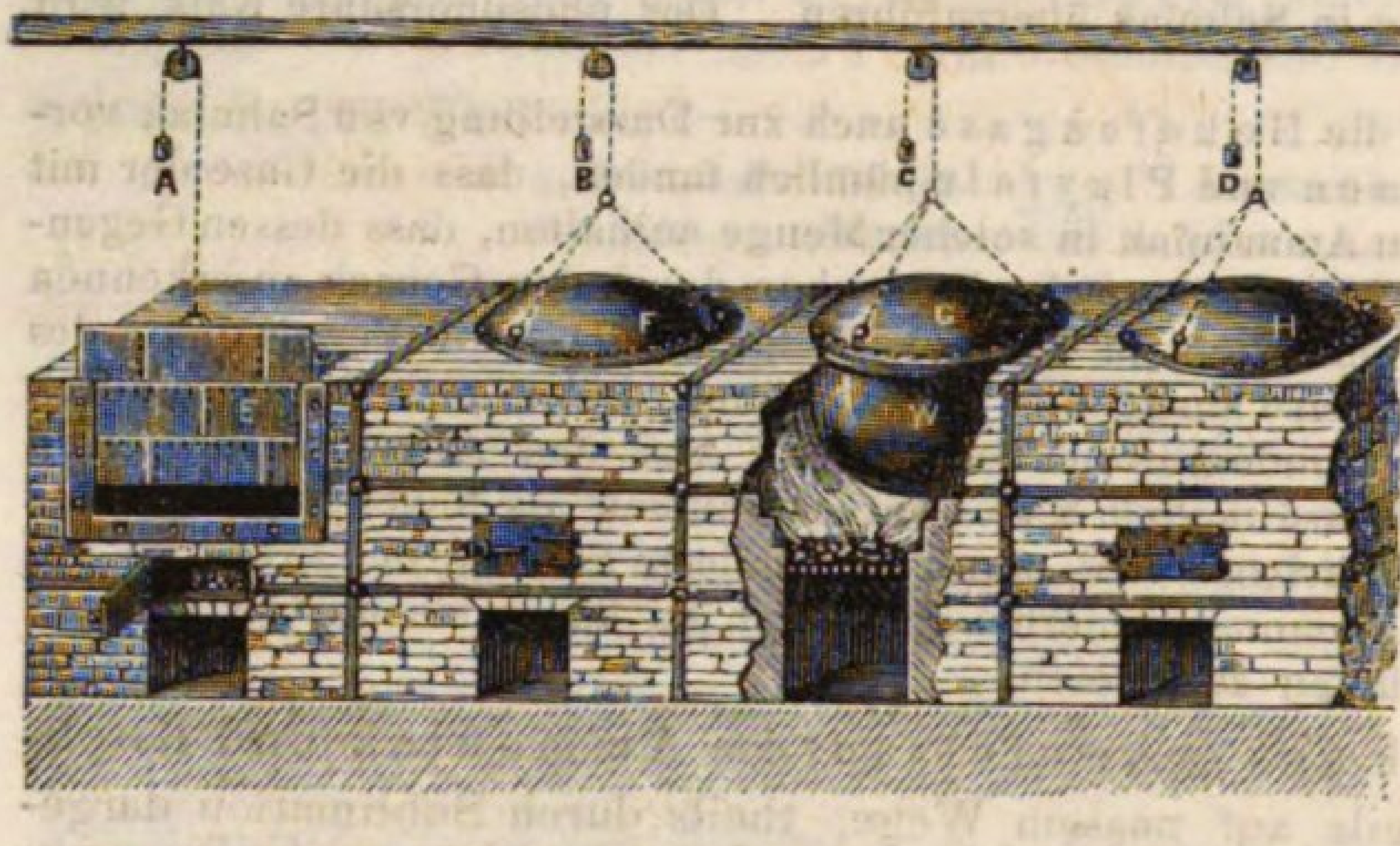
Wo die Oertlichkeit es gestattet, wendet man die Mutterlaugen von Salzsoolen, vom Meerwasser, welche reich sind an Chlormagnesium und Chlorcalcium, zur Darstellung von Salmiak an, indem man diese Flüssigkeiten mit kohlensaurem Ammoniak fällt. Dass man durch Verbrennen von Steinkohlen, welche mit derartigen Chlormagnesium und Chlornatrium haltigen Salzlösungen imprägnirt wurden, Salmiak erhalten und unter den Verbrennungsgasen allen Stickstoff der Steinkohle (= 0,75 pCt.) in Gestalt von Salmiak wiederfinden wird, der durch Leiten des Rauches durch Condensationsräume leicht gewonnen werden kann, liegt auf der Hand. Auch bei der Gasfabrikation aus Steinkohlen lässt sich der Stickstoff sofort als Salmiak erhalten, wenn man in die Gasretorten mit den Steinkohlen Kochsalz, Manganchlorür oder ähnliche Chlormetalle bringt.

Sublimation des Salmiaks.

Die Sublimation des Salmiaks geschieht in gusseisernen runden Kesseln *w* mit flachem Boden (Fig. 79), aus gusseisernen Platten zusammengenietet und inwendig mit feuerfesten Steinen ausgesetzt. Nachdem der Salmiak in den Kessel eingetragen worden ist, beginnt man den Kessel vorsichtig zu erwärmen. Darauf legt man auf den Rand des Kessels einen Ring aus Lehm und drückt in diesen einen Deckel von Gusseisen *F*, *G* und *H D*, welcher die Gestalt

eines Uhrglases hat. Anstatt dieser Deckel wendet man auch Hauben von Blei an, deren obere Oeffnung mit einem Eisenstabe lose verschlossen ist. Die Eisenstange wird während der Operation von Zeit zu Zeit herausgezogen um den nicht verdichteten Dämpfen Ausgang zu gestatten. Allmälig verstärkt man das Feuer. Wenn der sublimirte Kuchen eine Dicke von 2—4 Zoll erreicht hat, unterbricht man die Sublimation, entfernt die erhärtete Masse aus dem Deckel oder der Haube und befreit sie mittelst eines Hobels von anhängenden Unreinigkeiten.

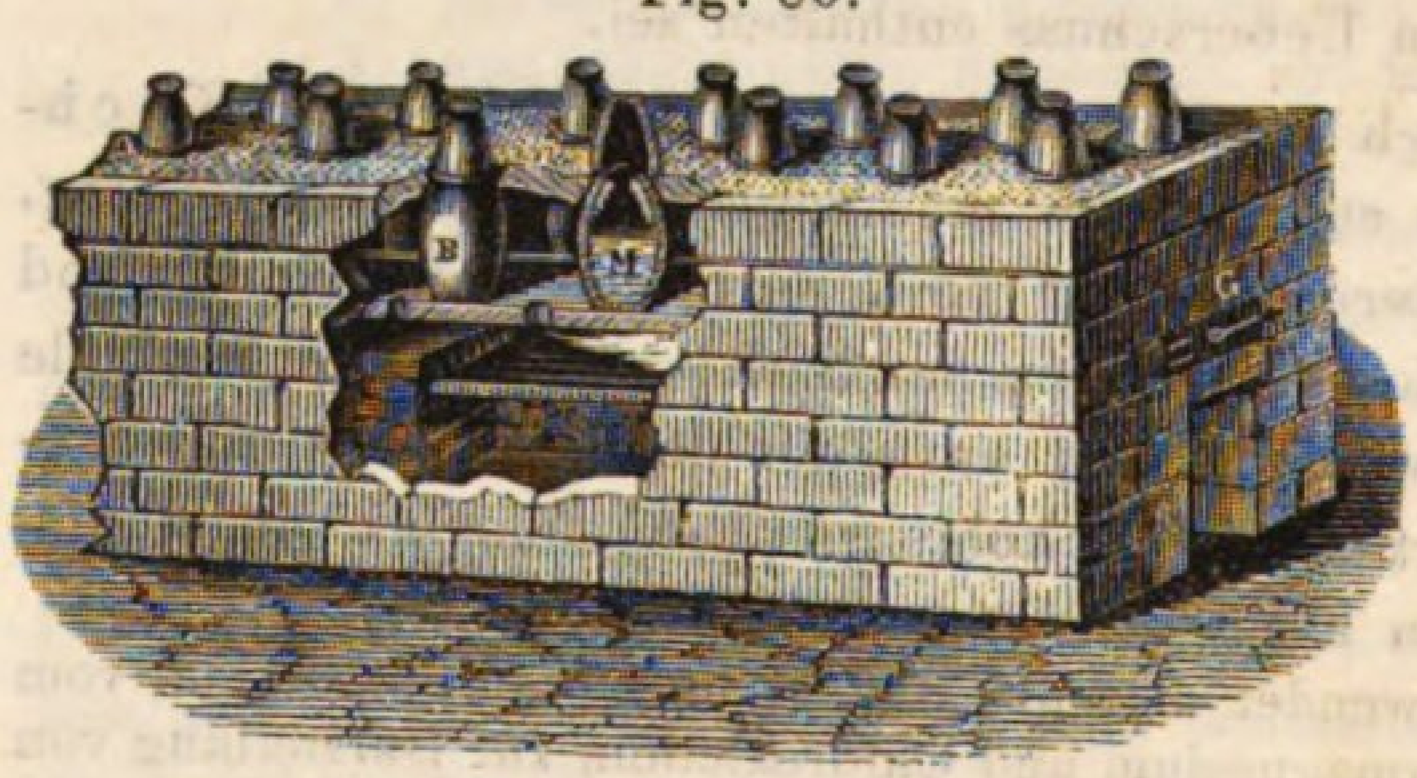
Fig. 79.



Der in den Kesseln bleibende Rückstand besteht aus Glaubersalz, Salmiak und Eisenchlorid, welcher auf beide erstere Substanzen verarbeitet wird. Ein neben den Sublimiröfen befindliches Luftbad, welches mit Hülfe des Schiebers *E* verschlossen werden kann, dient zum Trocknen des zu sublimirenden Salmiaks. Der Schieber *E*, so wie die Deckel *F*, *G* und *H* lassen sich mittelst der Rollen und Gewichte *A*, *B*, *C* und *D* heben und senken.

Zuweilen geschieht das Sublimiren auch in Töpfen *M* und *B* (Fig. 80) von Thon oder Steinzeug, welche in zwei Reihen auf einem Gewölbe über der Feuerung *G* stehen, durch welche sie erhitzt werden. Oben wird durch eine eiserne Platte, welche jedem Topfe entsprechende Ausschnitte hat, das Ganze geschlossen. Jeder Topf wird mit einem Topf (Blumentopf) bedeckt. Nach beendigter Sublimation lässt man den Ofen erkalten, entfernt die Eisenplatte, hebt die Töpfe heraus, zerschlägt sie und erhält dadurch die Salmiakkuchen.

Fig. 80.



Der Salmiak kommt in den Handel entweder in Broden, als sublimirter Salmiak in Gestalt meniskenähnlicher, 2—5 Zoll dicker Scheiben, welche weiss und durchscheinend, fettglänzend, klingend und aus parallelen faserigen und splitterigen Schichten gebildet sind; oder in Zuckerhutform, als krystallisirter Salmiak, den man dadurch erhält, dass man den durch Umkrystallisiren gereinigten und farblosen Salmiak mit siedend gesättigter Lösung zu einem dicken Brei anrührt und diesen dann in Zuckerhutformen aus Steinzeug oder glasirtem Eisen stampft, nach dem Abtropfen der Lauge aus der Form entfernt und die Brode nach dem vollständigen Trocknen in blaues Papier gepackt in den Handel bringt.

Man verwendet den Salmiak bei dem Verzinnen und Verzinken des Kupfers, Eisens und Messings, so wie beim Löthen. Ausserdem dient derselbe in dem Kattun-

druck, der Farbenfabrikation und bei der Platingewinnung und Fabrikation des Platinschwammes, zur Herstellung von Eisenkitt und Salmiakgeist.

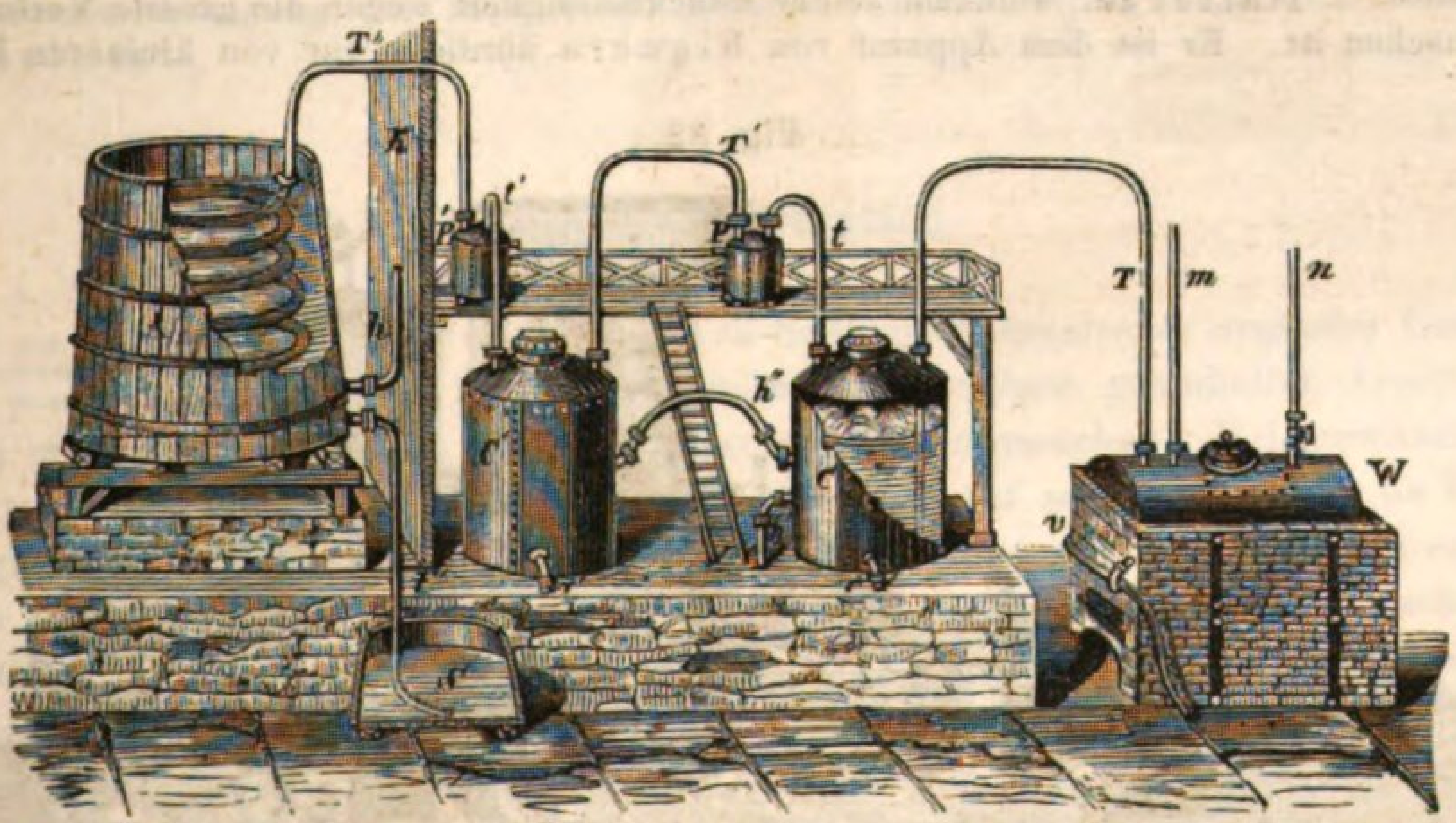
Schwefelsaures Ammoniak.

Das schwefelsaure Ammoniak NH_4O, SO_3 findet sich in kleiner Menge in vulkanischen Gegenden als Mascagnin. Man gewinnt es, wie schon bei dem Salmiak erwähnt, durch Neutralisation von kohlensaurem Ammoniak, gleichviel welchen Ursprungs, mit Schwefelsäure, oder durch Zersetzen desselben mit Gyps oder Eisenvitriol. Es wird durch Abdampfen und Krystallisirenlassen der Lösung gewonnen. Die Krystalle schmelzen bei 140° und zersetzen sich bei höherer Temperatur. Man benutzt es zur Darstellung von Salmiak, Salmiakgeist, so wie zur Fabrikation von Ammoniakalaun. Ueberhaupt bildet es den Ausgangspunkt zur Darstellung der übrigen Ammoniaksalze. Das rohe schwefelsaure Ammoniak stellt man im Grossen aus Harn oder aus dem Condensationswasser der Gasfabriken dar.

Aus gefaultem Harn.

Die *Bereitung von Ammoniaksalzen aus gefaultem Harn* gründet sich auf die Flüchtigkeit des darin enthaltenen kohlensauren Ammoniaks und auf die daraus folgende Möglichkeit, dasselbe durch Destillation von der Flüssigkeit zu trennen. Der von Figuera construirte und in Bondy bei Paris angewendete Destillationsapparat verdient auch in Deutschland bekannt zu werden. Der Inhalt der Latrinen und Cloaken von Paris wird in la Vilette deponirt und von da aus mittels colossaler Pumpen in ein Leitungsrohr getrieben, welches in der Entfernung von einigen Kilometern in die grossen Reservoirs mündet, die in der Nähe von Bondy liegen. Nach längerer oder kürzerer Zeit scheidet sich in diesen Reservoirs ein fester Rückstand ab, der unter dem Namen Poudrette in den Handel geht. Die über diesem Absatz stehende Flüssigkeit zapft man in andere Bassins ab. Man nennt diese Flüssigkeit Eaux vannes; wir wollen sie Gülle nennen. Nach etwa einem Monat ist die Fäulniss beendigt und die Gülle kann zur Fabrikation der Ammoniaksalze verwendet werden. Das durch die Fäulniss entstandene kohlensaure Ammoniak wird durch Erhitzen verflüchtigt und der Dampf in eine saure Flüssigkeit geleitet. Der hierzu angewendete Apparat (Fig. 81) besteht wesentlich aus einem Dampfkessel, dessen Dampf in zwei grosse Blechgefässe strömt, die er erhitzt und aus welchen er das kohlensaure Ammoniak austreibt, das die darin enthaltene Gülle enthält; das kohlensaure Ammoniak verdichtet sich zunächst in dem bleiernen Schlangenrohr eines Kühlapparates und gelangt endlich in eine saure Flüssigkeit, wodurch es in schwefelsaures Ammoniak übergeführt wird. Fig. 81 zeigt die Einrichtung dieses Apparates. *A* ist ein grosses Holzgefäss, das 250 Hektoliter Gülle fasst und

Fig. 81.



mittelst des Rohrs *h* gefüllt wird; *C* und *C'* sind zwei Blechgefässe mit einer Capacität von je 100 Hektolitern, *P* und *P'* sind kleine ähnliche Gefässe. Zunächst wird der Dampfkessel *W*, welcher 130 Hektoliter fasst, mit der (durch die vorige Destillation fast erschöpften) Flüssigkeit aus *C* und *C'* gefüllt; sie enthält noch geringe Mengen von Ammoniaksalzen und hat ausserdem eine so hohe Temperatur, dass die Operation ununterbrochen fortgehen kann.

In die Gefässe C und C' füllt man die in dem Bottich A vorgewärmte Gülle. Ein von dem Boden des Bottichs A ausgehendes Rohr h' führt die Gülle nach C, und ein zweites Rohr h'' die Gülle von C nach C', worauf A mit neuer Gülle gespeist wird. Der Dampfkessel ist mit drei Röhren versehen; T ist das Dampfleitungsrohr und hat den grössten Durchmesser; das Rohr m geht in den Kessel bis auf einige Centimeter vom Boden herab und erhebt sich bis über die Bedachung der Fabrik; u ist Sicherheitsrohr und zeigt zugleich durch Emporsteigen von Schaum an, wann die Flüssigkeit im Dampfkessel bis zur unteren Mündung des Rohres m gefallen ist; n endlich ist ein gewöhnliches mit Hahn versehenes Rohr.

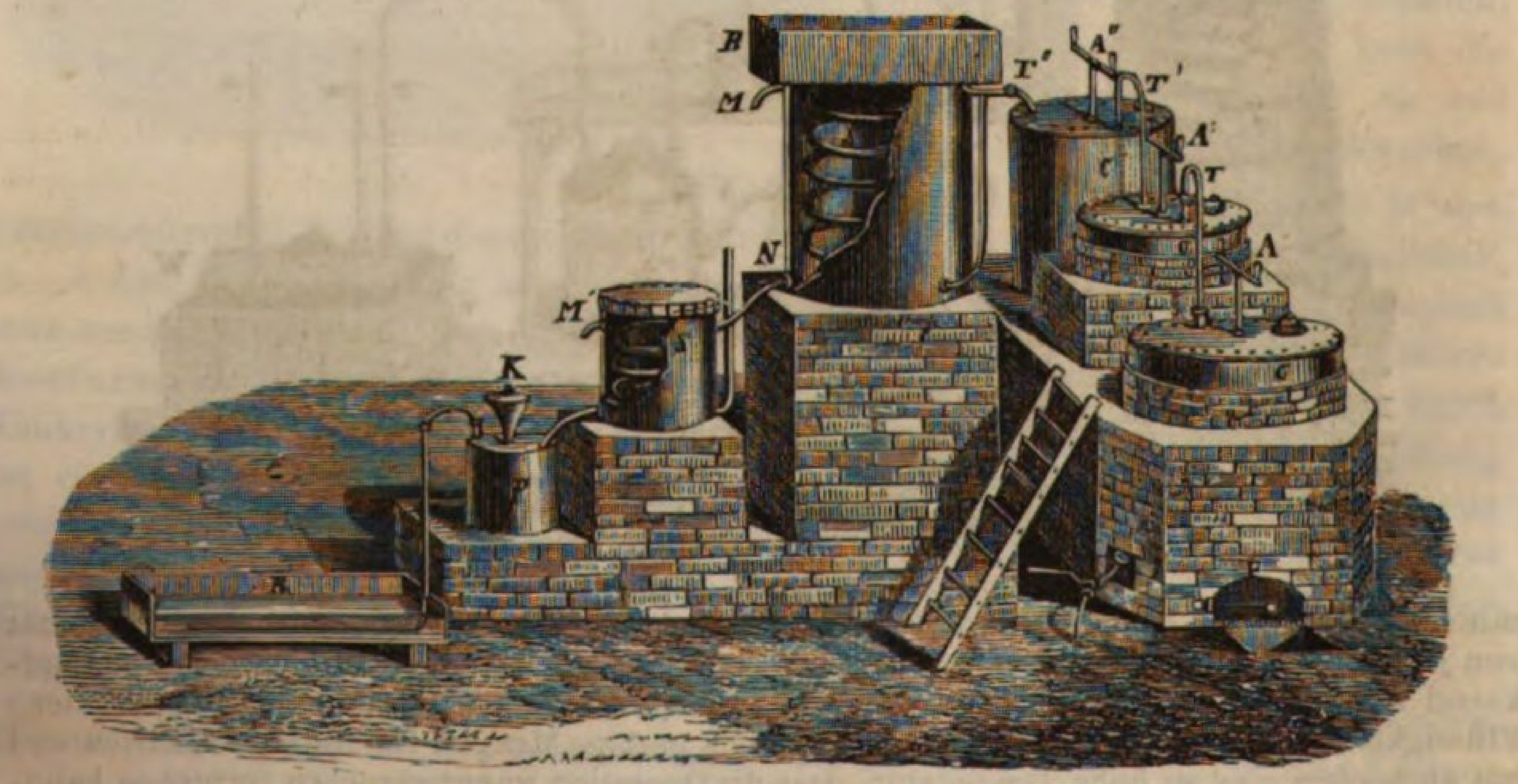
Nachdem die Gülle in die verschiedenen Gefässe vertheilt worden ist, wird der Dampfkessel geheizt; der sich entwickelnde Dampf geht durch das Rohr T und nimmt die kleinen Mengen Ammoniak mit sich, welche die Flüssigkeit im Dampfkessel noch enthielt. Der Dampf geht zunächst nach C, erhöht nach und nach die Temperatur der darin befindlichen Flüssigkeit und entwickelt daraus kohlensaures Ammoniak, welches vermittelst des Rohres t in das kleine Gefäss P entweicht. Die Function dieses kleinen Apparates ist folgende: Der in C einströmende Dampf bewirkt ein Wallen der Flüssigkeit und eine beträchtliche Schaumbildung, deren Grösse von dem Grade des Siedens abhängig ist. Unter normalen Verhältnissen steigt der Schaum in dem Rohr t empor und darf selbst in P eine gewisse Höhe erreichen, das Gefäss aber nie anfüllen, weil sonst zu fürchten wäre, dass es in das Rohr T' steigen und die Flüssigkeit in C' verunreinigen würde. Aus dem Gefäss P geht der Dampf, der schon viel kohlensaures Ammoniak enthält, durch T' nach C', wo er auf die nämliche Weise wirkt wie in C, entweicht durch das Rohr t', passirt durch das zweite Probegefäss P' und geht von da mittelst des Rohrs T'' in das Bleirohr des Kühlapparates, wo er durch die Gülle die das Schlangenrohr umgiebt, abgekühlt und condensirt wird. Die verdichteten Produkte begeben sich durch das Rohr t'' in einen mit Bleiplatten bekleideten Bottich, der die zur Sättigung des Ammoniak erforderliche Menge Schwefelsäure enthält.

Eine Destillation erfordert 12 Stunden; nach ihrer Beendigung wird der Dampfkessel durch das Rohr v ausgeleert und sofort wieder mit Gülle aus C und C' angefüllt, worauf die Arbeit von Neuem beginnt. Der Ammoniakgehalt der in Bondy verarbeiteten Gülle ist ein wechselnder und richtet sich nach der Jahreszeit, nach dem Alter der Jauche u. s. w., im Durchschnitt aber wird angenommen, dass 1 Cubikmeter (= etwa 40 Cubikfuss) 9 bis 12 Kilogr. schwefelsaures Ammoniak liefern. Eine jede Destillation liefert ungefähr 200 Kilogramm. Da die Fabrik in Bondy elf Apparate hat, so producirt sie täglich etwa 2500 Kilogr. (= 50 Ctr.) schwefelsaures Ammoniak, was einem Quantum von 2500 bis 3000 Hektoliter Gülle entspricht.

Ammoniaksalze aus dem Condensationswasser der Gasfabriken.

Um aus den *Condensationswässern der Gasfabriken das Ammoniak* zu gewinnen, wendet man in Paris in mehreren Gasanstalten einen Apparat von Mallet an, welchem seiner Zweckmässigkeit wegen die grösste Verbreitung zu wünschen ist. Er ist dem Apparat von Figuera ähnlich, nur von kleineren Dimen-

Fig. 82.



sionen, weil das Condensationswasser viel reicher an Ammoniak ist, als die Gülle. Letztere liefert, wie oben gesagt, 9 bis 12 Kilogr. Sulfat per Cubikmeter, während das Condensationswasser mindestens 50 Kilogr. ausgiebt, so dass zur Herstellung von 100 Kilogr. dieses Salzes 20 Hektoliter Condensationswasser hinreichen, während von der Gülle 100 Hektoliter (also das Fünffache) erforderlich sind. Fig. 82 zeigt den Apparat. Er besteht aus drei staffelförmig über einander stehenden gusseisernen Kesseln *C*, *C'* und *C''*. *C* steht direkt über der Feuerung *F* und ist mit einem Bleirohre *T* versehen, das vom Deckel des Kessels ausgeht und in die Flüssigkeit des zweiten (eingemauerten) Kessels *C'* taucht, welche nach und nach erwärmt wird. Von *C'* geht ein Bleirohr *T'* nach dem dritten Kessel *C''*. Jeder Kessel ist mit einem Mannloch und einem Rührapparat *A*, *A'* und *A''* versehen. Der dritte Kessel *C'* steht vermittelst des Rohres *T''* mit dem Schlangenrohr *S* des Kühlapparats in Verbindung, in welchem kaltes Condensationswasser zum Kühlen benutzt wird, das aus dem Reservoir *B* zuläuft und bei *M* wieder abfliesst. Aus dem Schlangenrohr *S* gehen die verdichteten und nicht verdichteten Produkte durch *N* in ein zweites Kühlrohr *S'*, das ebenfalls durch Condensationswasser abgekühlt wird, von da in ein Bleigefäss *P*, das mit einem Sicherheitsrohr versehen ist, und endlich in ein flaches, mit Blei ausgefüttertes Gefäss, welches Schwefelsäure enthält. Jeder der Kessel *C* und *C'* hat eine Capacität von 8 Hektolitern.

Stellen wir uns vor, der Apparat sei im Betrieb und das in *C* befindliche Condensationswasser habe bereits alles Ammoniak verloren, so wird durch einen am unteren Theile des Kessels *C* befindlichen Hahn die Flüssigkeit abgelassen und durch (zum Theil erschöpfte) aus *C'* ersetzt; letzterer Kessel wird durch die Flüssigkeit des dritten Kessels *C''* gefüllt und in *C''* Wasser aus den Kühlapparaten, welches dort bereits vorgewärmt wurde, gepumpt. In diesen dritten Kessel kommt zugleich durch das Mannloch eine gewisse Menge gelöschter und gesiebter Kalk, die dem sehr wechselnden Gehalte des Condensationswassers an Ammoniakverbindungen entsprechen muss; die nach *C'* und *C* herab fliessenden Wässer enthalten daher stets Kalk. Die Flüssigkeit in *C* wird durch das darunter befindliche Feuer bis zum Sieden erhitzt; der Kalk zersetzt die letzten Antheile von kohlensaurem Ammoniak und bewirkt eine geringe Ammoniakentwickelung; von Zeit zu Zeit wird der Kalk aufgerührt. Die Flüssigkeit des zweiten Kessels *C'* verhält sich ganz ähnlich und sendet durch das Rohr *T''* nach *C''* ein Gemisch von Ammoniakgas und Wasserdampf. In dem dritten Kessel *C''* findet derselbe Vorgang statt. Die Produkte gehen in die Kühlapparate, dann in das Bleigefäss *P* und endlich in das Sättigungsgefäss *B*, dessen Inhalt nach geschehener Neutralisation zum Krystallisiren verdampft wird.

Salpetersaures Ammoniaksalz.

Das salpetersaure Ammoniak (Gefriersalz), durch Neutralisation von kohlensaurem Ammoniak mit verdünnter Salpetersäure und Abdampfen der Lösung zur Krystallisation erhalten, erzeugt beim Auflösen in Wasser eine derartige Temperaturerniedrigung, dass man es in neuerer Zeit zur Herstellung von Eis in den Glacièren angewendet hat.

Die Glasfabrikation.

Begriff und allgemeine Eigenschaften des Glases.

Das Glas ist ein durch Schmelzen erhaltenes *amorphes* Gemenge verschiedener kieselsaurer Salze, in welchem gewöhnlich kieselsaures Alkali und kieselsaurer Kalk die Hauptbestandtheile ausmachen. Bei gewissen Gläsern, wie bei dem Wasserglas, dessen Anwendbarkeit auf seine Löslichkeit im Wasser sich gründet, ist nur kieselsaures Alkali vorhanden; in allen anderen Fällen sind neben dem Alkali (Kali oder Natron) noch andere Basen, entweder alkalische und eigentliche Erden wie Kalk, Baryt, Strontian, Magnesia, Thonerde u. s. w., oder Metalloxyde, wie Bleioxyd, Wismuthoxyd, Zinkoxyd, Eisenoxydul, Manganoxydul u. s. w., vorhanden. In einzelnen Fällen, wie bei der Darstellung gewisser zu optischen Zwecken dienender Gläser, wird die Kieselsäure entweder zum Theil oder gänzlich durch Borsäure ersetzt. Das Glas ist entweder durchsichtig (eigentliches Glas) oder es ist undurchsichtig (Schmelzglas oder Email), farblos oder gefärbt und widersteht, wenn man von dem Wasserglase absieht, der Einwirkung von Luft und Wasser, den Einflüssen der gewöhnlichen Säuren und alkalischen Flüssigkeiten bis

zu einem gewissen Grade. *Durchsichtigkeit* und *Beständigkeit* in chemischer Hinsicht sind die werthvollsten Eigenschaften des Glases, die demselben anhaftende Zerbrechlichkeit und Sprödigkeit ein Uebelstand, der aber mit der Natur des Glases auf das Innigste verknüpft ist.

Amorphismus gehört zum Grundbegriffe des Glases. Verschwindet der amorphe Zustand des Glases, d. h. geht es in den krystallinischen Zustand über, so hört es auf, Glas zu sein. Der Amorphismus des Glases wird durch die Zusammengesetztheit bedingt. Einfache Silicate haben das Bestreben, aus dem amorphen Zustand in den krystallinischen überzugehen und sind schon aus dem Grunde nicht zur Glasfabrikation geeignet. In Folge der amorphen Beschaffenheit geht dem Glase jede regelmässige Spaltbarkeit ab und ist an den stets scharfkantigen Bruchstücken nur der muschelige Bruch nach allen Richtungen hin wahrzunehmen. Ist das Glas in dicken Massen spröde, so zeigt es in dünnen Blättchen und Fäden eine grosse Elasticität und Biegsamkeit.

Die einzelnen Silicate, ihre Qualität und Menge sind für die Beschaffenheit der Glasmasse von grosser Wichtigkeit; die Silicate der Alkalien geben dem Glase Leichtflüssigkeit und Weiche, kieselsaures Kali giebt dem Glase weniger Glanz als das Natronsilicat, lässt es dagegen ungefärbt, während Natronzusatz dem Glase stets eine bläulich-grüne Färbung ertheilt. Kalksilicat macht das Glas beständiger, härter und glänzender, aber auch strengflüssiger, doch nicht in so hohem Grade als das Magnesia- und Thonerdesilicat. Das Bleisilicat und eben so das Wismutsilicat machen das Glas leichtflüssig und schleifbar, ausserdem ertheilen sie demselben neben hohem Glanz bedeutendes Lichtbrechungsvermögen, in optischer Beziehung werthvolle Eigenschaften. Das Zinksilicat und das Barytsilicat verhalten sich dem Bleisilicat bezüglich des Glanzes und des Lichtbrechungsvermögens ähnlich, nur ist das Barytglas härter als das Bleiglas. Das Zinksilicat hat das Eigenthümliche, dass es die grünliche Färbung des Natronsilicates zum Verschwinden bringt. Eisen- und Manganoxydulsilicat machen das Glas leichtflüssig und gefärbt. Silicate anderer Metalloxyde kommen in der Zusammensetzung der Glasmasse nur insofern in Betracht, als sie färbende Eigenschaften besitzen.

Eintheilung der Glassorten.

Wenn wir die chemische Zusammensetzung der Glasmasse als Eintheilungsgrund gelten lassen wollen, so haben wir folgende vier Glasarten zu unterscheiden:

I. Das Kalikalkglas oder böhmische Krystallglas ist vollkommen farblos, äusserst strengflüssig, hart und durch chemische Beständigkeit ausgezeichnet. Das Spiegelglas ist häufig ein Gemisch von dieser Glassorte mit der nachfolgenden.

II. Das Natronkalkglas, französisches Glas, Fensterglas, ist etwas härter als das vorige, weniger strengflüssig und zeigt die allem Natronglase charakteristische bläulich-grüne Färbung. Das zu optischen Zwecken dienende Crownglas gehört hierher.

III. Das Kalibleioxydglas, Krystall- oder Klingglas, ist weich und leicht schmelzbar. Es zeichnet sich durch hohes specifisches Gewicht, Glanz, Lichtbrechungsvermögen und einen schönen Klang aus. Varietäten dieser Glasart sind 1) das Flintglas, ein optisches Glas, welches reicher an Bleioxyd ist als das Krystallglas und ausser dem Bleioxyd zuweilen Wismutoxyd, neben der Kieselsäure zuweilen Borsäure enthält; 2) der Strass, die Grundlage der künstlichen Edelsteine.

IV. Das Thonerde-Kalk-Alkaliglas, Bouteillenglas oder Buttelglas, enthält ausser den genannten Basen oft noch beträchtliche Mengen von Eisen- und Manganoxyden und an der Stelle des Kalkes oft Magnesia. Das Alkali ist in geringerer Menge vorhanden, als in den übrigen Glassorten. Die Farbe ist röthlichgelb oder dunkelgrün.

Das specifische Gewicht des Glases ist von seiner Zusammensetzung abhängig. Das Alkalikalkglas ist das leichteste, dann folgt das Thonerde-Kalk-Alkaliglas und zuletzt das Kalibleioxydglas, wie aus nachstehenden Angaben folgt:

Böhmisches Krystallglas	2,396
Crownglas	2,487
Spiegelglas	2,488

Fensterglas	2,642
Bouteillenglas	2,732
Krystall- oder Klingglas	2,9—3,255
Flintglas von Frauenhofer	3,77
„ „ Faraday	5,44

Die Strahlenbrechung ist bei langsam gekühlten Gläsern einfach, bei rasch gekühlten oder gepressten doppelt. Die Grade der Strahlenbrechung sind sehr verschieden, Blei- und Wismutgläser brechen das Licht am stärksten, erreichen aber nie den Grad der Lichtbrechung, wie diamantglänzende Körper. Setzt man den luftleeren Raum als Einheit, so ist der Brechungsexponent des glasglänzenden Bergkrystalles = 1,547, der des Diamanten aber 2,506. Bei Crownglas von Frauenhofer von 2,52 spec. Gewicht ist der Brechungsexponent = 1,534—1,544, bei Flintglase von Frauenhofer von 3,7 spec. Gewichte der Brechungsexponent = 1,639.

Rohmaterialien der Glasfabrikation.

Die Rohmaterialien der Glasfabrikation sind folgende:

1) Die Kieselerde, die sich ziemlich rein als Sand und Quarz und mit Basen verbunden in vielen Silicaten findet, wie z. B. in dem Feldspath, wird in der Glasfabrikation meist als Sand oder Feuerstein angewendet. Der Sand muss zu den bessern Glassorten möglichst eisenfrei sein; das Eisen, das in der Regel nur in Gestalt von Eisenoxyd auf der Oberfläche der reinen Quarzkrystalle, aus denen der Sand besteht, sich befindet, wird entweder durch einfaches Waschen oder besser noch durch Digestion mit Salzsäure entfernt. Vor der Anwendung pflegt man den Sand auszuglühen, damit er mürbe werde, sich mit weniger Mühe mahlen lasse und leichter schmelze. Zuweilen muss der Sand geschlemmt werden, um ihn von Thon, Humus u. dgl. zu befreien. Zu ordinären Glassorten, wo die Farbe des Glases unwesentlich ist, ist es vortheilhafter, einen unreinen Sand anzuwenden, da mit Thon, Mergel oder Lehm verunreinigter Sand weit leichter schmilzt als reiner. Aus diesem Grunde bedient man sich zur Herstellung des Bouteillenglases anstatt der Kieselerde nicht selten des Mergels oder Lehms, welche ausser der Kieselerde auch noch beträchtliche Mengen von Thonerde in die Glasmasse bringen.

2) Die Borsäure setzt man für gewisse Glassorten als theilweises Ersatzmittel für Kieselsäure zu; sie befördert die Schmelzbarkeit der Masse, giebt dem Glase einen hohen Glanz und ist ein sehr vorzügliches Mittel gegen das Entglasen. In der Regel setzt man sie der Glasmasse in Gestalt von Borax (borsaurem Natron) zu. Neuerdings hat man vorgeschlagen den Boronatrocalcit in der Glasfabrikation anzuwenden.

3) Kali und Natron wendet man in sehr verschiedener Form in der Glasfabrikation an, Kali jedoch meist in Form von Potasche, Natron meist in Gestalt von Soda und Glaubersalz. Calcinirte Soda wird, wenn es die Art des herzustellenden Glases erlaubt, gegenwärtig stets der Potasche vorgezogen, da das Natron, bei billigerem Preise, eine grössere Sättigungscapacität besitzt. 10 Th. kohlensaures Natron entsprechen 13 Th. kohlensaurem Kali. In der neueren Zeit wird zu weissem Glase das Natron in Gestalt von Glaubersalz gesetzt; in diesem Falle setzt man zu dem Gemenge der Kieselerde mit dem Glaubersalz so viel Kohle, dass die Schwefelsäure des Glaubersalzes zu schwefliger Säure reducirt und die Kohle zu Kohlenoxyd reducirt wird. Das entstandene schwefligsaure Natron wird dann leicht von der Kieselsäure unter Freiwerden von schwefliger Säure zersetzt. Auf 100 Th. Glaubersalz (wasserfrei) wendet man 8—9 Th. Kohle an:

α) Glaubersalz Na O, SO_3	= 71	geben	Schwefligsaur. Natron Na O, SO_2	= 63
Kohle C	= 6		Kohlenoxyd C O	= 14
	77			77

β) Kieselsäure Schwefligsaures Natron Kohlensaurer Kalk	geben	Schweflige Säure Natronkalkglas (Glaubersalzglas)

Ein Ueberschuss von Kohle ist nachtheilig, weil sich dadurch eine grosse Menge Schwefelnatrium bilden würde, welches das Glas braun färbt.

4) Der in der Glasfabrikation angewendete Kalk muss möglichst eisenfrei sein. Man verwendet ihn entweder im rohen Zustande, d. h. ohne ihn vorher zu brennen oder zu pulvern, oder gebrannt und gelöscht. In der Regel verwendet man ihn im natürlichen Zustande entweder als gepochten Kalkstein oder als geschlemmte Kreide. Auf 100 Gewichtstheile Sand rechnet man in der Regel 20 Gewichtstheile Kalk. In einigen böhmischen Fabriken wendet man den Kalk in der zweckmässigsten Form, nämlich als kieselsauren Kalk, als Wollastonit an, welcher die Formel 3 Ca O, 2 $Si O_3$ hat.

Anstatt des Kalkes kann man auch Strontian und Baryt anwenden, ersteren in Gestalt von Strontianit (Sr O, C O_2) oder Strontianocalcit (Sr O, C O_2 + Ca O, C O_2), letzteren in Form von Witherit (Ba O, C O_2).

5) Das Bleioxyd wird in den meisten Fällen in Gestalt von Mennige angewendet, welche, indem sie einen Theil ihres Sauerstoffs abgiebt und dadurch zu Bleioxyd reducirt wird, reinigend auf die Glasmasse einwirkt. Das Blei giebt dem Glase ein hohes specifisches Gewicht, hohes Lichtbrechungsvermögen, Weichheit und Schleifbarkeit. Es ertheilt dem Glas einen schwachgelblichen Ton und hat den Uebelstand, die Masse der Glashäfen stark anzugreifen. Die Mennige muss vollkommen frei sein von Kupfer und Zinnoxyd, weil ersteres das Glas grün färben, letzteres das Glas milchig und undurchsichtig machen würde. Das Bleiweiss würde eben so gut als die Mennige in der Glasfabrikation Anwendung finden können, wenn es nicht meist mit Schwerspath versetzt wäre.

6) Das Zinkoxyd wird der Glasmasse stets in Gestalt von Zinkweiss zugesetzt. Wenn die Farbe des herzustellenden Zinkglases nicht in Betracht zu ziehen ist, so wird man mit Sand, Glaubersalz und Zinkblende Zinkglas herstellen können. 7) Das Wismutoxyd, das nur in kleiner Menge zur Herstellung gewisser optischer Gläser Anwendung findet, wird zu der Glasmasse entweder als Wismutoxyd oder als salpetersaures Wismutoxyd gesetzt.

Die Zusammensetzungen gewisser in der Natur vorkommender Silicate nähern sich in ihrer Zusammensetzung dergestalt der des Bouteillenglases, dass dieselben, mit den erforderlichen Zusätzen versehen, in der Glasfabrikation Anwendung finden können. Hierher gehören der Feldspath, der Pechstein, der Bimsstein, der Klingstein, der Amphibol, der Basalt und manche Laven. Auch manche Hochofen- und Eisenfrischschlacken finden in der Glasfabrikation Anwendung. So wird der sogenannte schwarze Hyalith in Böhmen durch Zusatz von Eisenfrischschlacken, dann auf dem Fichtelgebirge ein ähnliches schwarzes Glas, das Knopfglas, durch Zusatz von eisenhaltigen Amphibolgesteinen dargestellt. Der Feldspath würde ein kostbares Rohmaterial der Glasfabrikation abgeben, wenn er wohlfeil genug zu erlangen wäre; durch Zusatz von Borax und Bleioxyd kann man mit ihm ein allen Anforderungen entsprechendes Glas darstellen. Gewisse Laven kann man, ebenso wie den Basalt, ohne weiteren Zusatz durch Schmelzen in Glas überführen. Leichtschmelzende Thone, eisen- und kalkhaltiger Lehm oder Mergel lassen sich auch zu Bouteillenglas anwenden.

Entfärbungsmittel. Zu farblosen Gläsern bedient man sich ausser den genannten Materialien noch gewisser Entfärbungsmittel, welche theils chemisch durch Sauerstoffabgabe, theils physikalisch durch Ergänzung verschieden gefärbter Nüancen zu Weiss wirken. Solche Entfärbungsmittel sind der Braunstein, die arsenige Säure, der Salpeter und die schon erwähnte Mennige.

1) Der Braunstein (Mn O_2) wird schon seit den ältesten Zeiten zum Farblosmachen der Glasmasse angewendet. Bei der Anwendung des Braunsteins ist zu berücksichtigen, dass er nur in geringer Menge der Glasmasse zugesetzt, dieselbe entfärbt, in grosser Quantität dagegen derselben eine violette oder vielmehr amethystrothe Färbung ertheilt, die so intensiv sein kann, dass das Glas schwarz und undurchsichtig erscheint. Die violette Färbung des

Glases wird in der Regel wol durch kieselsaures Manganoxyd herbeigeführt, während, wenn der Braunstein entfärbend wirken soll, kieselsaures Manganoxydul in der Masse sich befinden muss. Ueber die Art und Weise, wie der Braunstein entfärbend auf die Glasmasse wirke, sind verschiedene Erklärungen gegeben worden. Am richtigsten wol ist es die Entfärbung der Glasmasse einem Ergänzen complementärer Farben zu Weiss, nämlich dem Grün vom Eisenoxydulsilicat, und dem Violett vom Manganoxydulsilicat, zuzuschreiben; zu dieser Annahme ist man um so mehr berechtigt, als Körner in Jena bereits im Jahre 1836 den Beweiss geliefert hat, dass man durch Zusammenschmelzen von Gläsern, die durch Eisen grün und durch Mangan röthlich gefärbt waren, ein farbloses Glas erhalte, Suckow ferner farbloses Glas durch Zusammenschmelzen von durch Manganoxydul schwach roth gefärbtem Glas mit Kupferoxyd erhielt. Auf den Glashütten des bayerischen Waldes giebt man einem rosenrothen Quarz von Rabenstein bei Zwiesel den Vorzug, indem die Fabrikanten behaupten, dass sie mit keiner andern Quarzart, selbst nicht mit dem reinsten Bergkrystall, eine so reine Glasmasse darzustellen vermöchten. v. Fuchs fand in diesem Quarz 1—1,5 p. Ct. Titanoxyd, welches in ähnlicher Weise wirken möchte, wie der Braunstein. Kohn empfiehlt als Entfärbungsmittel oder Maskirungsmittel, ein Gemisch von Nickeloxydul oder Antimonoxyd, durch welches man im Stande sei, dem Glase eine durch die ganze Masse hindurch gleichmässige, ins Röthliche ziehende Färbung zu ertheilen. Ein neuerdings in Vorschlag gekommenes Entfärbungsmittel ist das Zinkoxyd, welches die grüne Färbung des Glaubersalzglases entfernen und ausserdem dem Glase einen höhern Glanz ertheilen soll.

2) Die arsenige Säure wirkt als Entfärbungsmittel nur chemisch, sei die Färbung des Glases durch Kohle oder durch Eisenoxydulsilicat hervorgebracht. Ist ein kohlehaltiges Glas durch arsenige Säure zu entfärben, so hat man folgendes Schema:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Arsenige Säure } AsO_3\\ \text{Kohle } 3\,C\end{array}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{array}{l}\text{Arsenik } As\\ \text{Kohlenoxydgas } 3\,CO;\end{array}\right.$$

hat man ein eisenoxydulhaltiges Glas durch arsenige Säure zu entfärben, so geben:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Eisenoxydul } 6\,FeO\\ \text{Arsenige Säure } AsO_3\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Eisenoxyd } 3\,Fe_2O_3\\ \text{Arsenik } As\end{array}\right.$$

Die arsenige Säure wird durch Kohle und Eisenoxydul schon in schwacher Rothglut reducirt und das Arsenik verflüchtigt. Man bringt die arsenige Säure in die Glasmasse erst, nachdem dieselbe vollkommen geschmolzen ist und drückt ein Stück davon mit Hülfe einer Eisenstange bis auf den Boden des Glashafens hinab. Durch die sich sofort entwickelnden Dämpfe von arseniger Säure findet eine Verbrennung des Kohlenstoffs und eine Oxydation des Eisenoxydul zu dem minder färbenden Eisenoxyd statt und das reducirte Arsenik entweicht.

3) Der Salpeter wird meist als Chilisalpeter zu der Glasmasse gesetzt. Bei der Fabrikation von Bleiglas möchte auch die Anwendung von salpetersaurem Bleioxyd am Platze sein. Barytsalpeter ist in neuerer Zeit ebenfalls als Entfärbungsmittel der Glasmasse vorgeschlagen worden. Seine Wirkung ist der der arsenigen Säure gleich; es sei z. B. ein kohlehaltiges Glas durch Salpeter zu entfärben, so sind

$$\left.\begin{array}{l}\text{Salpeter } 2\,KO,\,NO_5\\ \text{Kohle } 3\,C\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{Kohlensäure } 2\,CO_2\\ \text{Stickoxyd } 2\,NO_2\\ \text{Kali } 2\,KO\end{array}\right.$$

Das Kali (Natron oder der Baryt) bleibt in der Glasmasse zurück und wirkt als flussbeförderndes Mittel.

4) Dass die Mennige auch als Entfärbungsmittel dient, wurde bereits angeführt. Nach Chambland sollen die chemisch wirkenden Entfärbungsmittel dadurch ersetzt werden können, dass man einen Strom atmosphärischer Luft in das schmelzende Glas leitet. Dadurch wird ferner die Glasmasse in Bewegung gesetzt, die Theile gehörig gemischt und die Masse gleichförmig.

Glasscherben. Die in den vorstehenden Abschnitten betrachteten Materialien der Glasfabrikation werden niemals für sich allein verschmolzen, sondern immer mit ungefähr dem dritten Theile schon fertigen Glases. Dazu dienen die Glasscherben oder Brocken (das Bruchglas), deren sorgfältiges Einsammeln eben so gut zum Betrieb einer Glasfabrik gehört, wie das Lumpensammeln zum Betrieb einer Papiermühle. Durch umsichtiges Sammeln gehen in der That nur geringe Mengen von Glas verloren, so dass der Glasfabrikant thatsächlich nur die Umgestaltung der Glasbrocken zu übernehmen hat. Da bei wiederholtem Umschmelzen der Glasscherben immer ein Theil der Alkalien durch Verflüchtigung verloren geht, so muss bei jedes-

maligem Schmelzen Alkali zugegeben werden. Auch das sogenannte Herd- und Pfeifenglas, welches sich bildet, wenn die Glasmasse während der Schmelzung zu stark schäumt und übersteigt, oder ein Glashafen reisst oder durchlöchert wird und die Masse sich mit der Asche mischt, oder endlich an der Bläserpfeife hängen bleibt, dient als Zusatz zur Glasmasse.

Die Glashäfen.

Die Glashäfen oder die Schmelzgefässe, in welchen der Glassatz geschmolzen wird, werden auf der Hütte selbst aus schwer schmelzbarem Thon und gepulverten Chamottesteinen angefertigt; sie sind ungefähr 2 Fuss hoch und in den Wänden drei bis vier Zoll stark. Die Häfen werden im Schatten und vor Luftzug geschützt, in einer Temperatur von 12—15° getrocknet. Während des Trocknens wird der Boden des Hafens, als der dickste Theil, öfters gestampft, bis das Stampfen keinen Eindruck mehr auf die Masse macht. Nachdem diese Consistenz erreicht ist, bringt man die Glashäfen in einen Raum, dessen Temperatur allmälig bis auf 30—40° gesteigert wird. Nachdem sie etwa einen Monat daselbst verweilt, können sie in die Aufwärmeöfen (Temperöfen) gebraeht werden, die aber auch bis auf etwa 50° abgekühlt sein müssen. Das Brennen oder Aufwärmen geschieht durch stufenweise Verstärkung des Feuers, bis endlich die Häfen bis zum Glühen erhitzt sind. In diesem Zustande bringt man sie aus dem Anwärmeofen in den Schmelzofen, welchen man auch vorher ungefähr bis zur Temperatur des erstern hat abfallen lassen. Das Feuer wird nach und nach in dem Ofen bis zur Schmelzhitze verstärkt, was nach 3—4 Stunden der Fall ist. In der Regel lässt man einen neuen Hafen während einer ganzen Arbeit, d. h. während 25—40 Stunden, leer stehen, ehe man den Glassatz einträgt. Aber auch dann würden die alkalischen Bestandtheile des Glassatzes (Potasche, Kalkstein, Glaubersalz, Soda etc.) die Masse der Glashäfen, die das Maximum der Dichte noch nicht erreicht haben, stark angreifen, und eine ziemliche Menge thonreiches Glas bilden, welches sich der Glasmasse beimischt und dieselbe fehlerhaft macht. Es ist deshalb zweckmässig, das erste Mal nur einen stark mit Glasbrocken versetzten Glassatz oder auch nur Glasabfälle in einen neuen Glashafen einzutragen. Es bildet sich dadurch auf den innern Hafenwänden ein sehr strengflüssiges Glas, welches gleich einer Glasur, die Hafenmasse vor weiterer Zerstörung schützt. Man nennt diese Arbeit das Aussäumen oder Einglasen der Glashäfen.

Die Form der Glashäfen ist verschieden. Bei Holz- und bei Gasfeuerung ist sie die eines nach unten conischen Cylinders (Fig. 83). Bei Steinkohlenfeuerung wendet man die Haubenhäfen oder bedeckten Häfen (Fig. 84) an, welche oben mit einer gewölbten Haube endigen, deren hinterwärts stehende Oeffnung sich von innen an das Arbeitsloch anschliesst. Eine eigenthümliche Art von Haubenhafen zeigt Fig. 85, hier befindet sich in der Mitte eine Scheidewand. Der Glassatz wird durch die Oeffnung A eingetragen, schmilzt in dieser, dem Feuer besonders ausgesetzten Abtheilung und dringt unter der Scheidewand in die andere Abtheilung B, in welcher die Masse geläutert aufsteigt, da die Unreinigkeiten (Glasgalle etc.) in A zurückbleiben, und dann ausgearbeitet wird. In der Fabrikation von gegossenen Spiegeln wendet

Fig. 83.



Fig. 84.

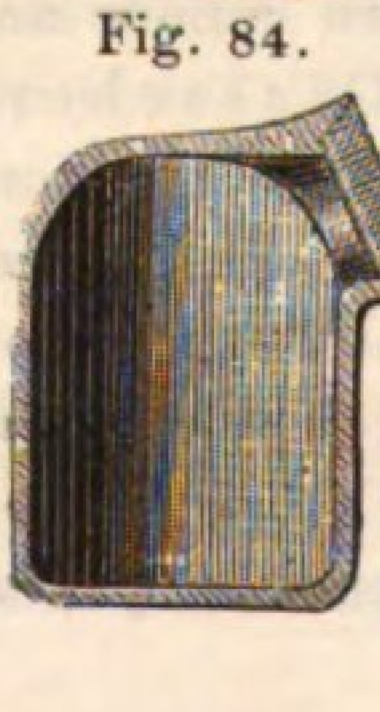


Fig. 85.

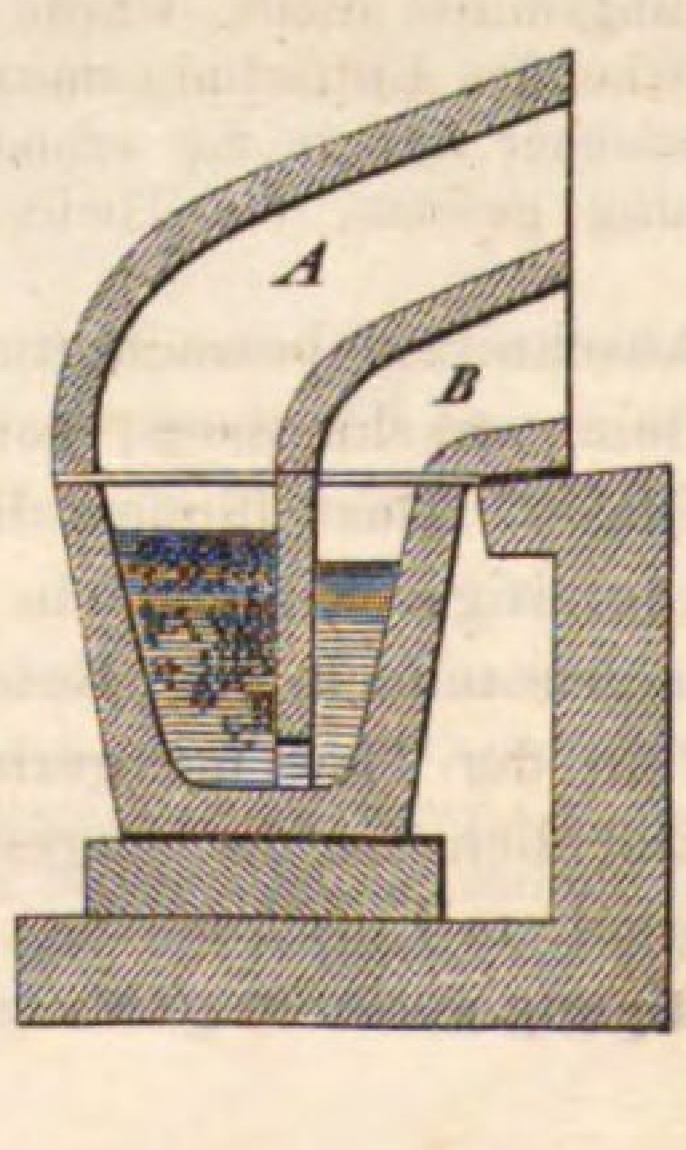
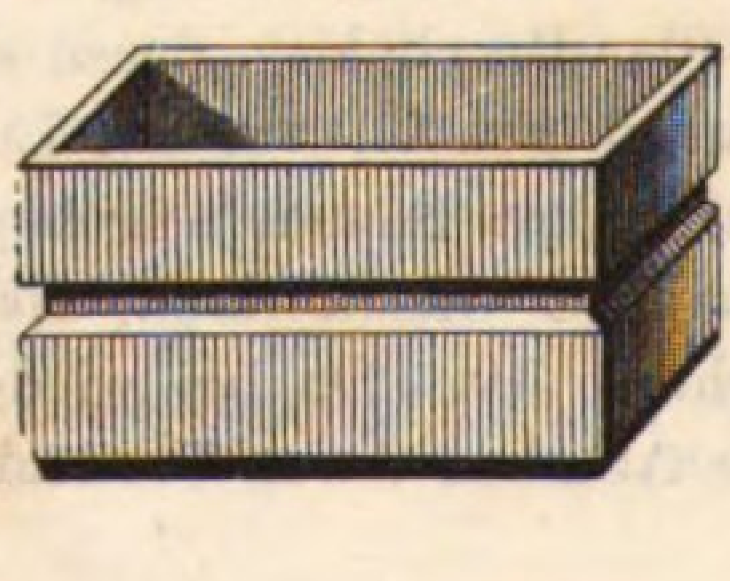


Fig. 86.



man zum Läutern länglich viereckige Glashäfen (Glaswannen) (Fig. 86) an, welche in der Mitte mit einem Falze zum Eingriffe der Wangen der Zangen versehen sind, mit welchen sie gefasst und gehoben werden.

Die Glasöfen. Man theilt die Glasöfen ein 1) in Schmelz- oder Werköfen, in welchen der Glassatz geschmolzen und die daraus entstandene Glasmasse in einen solchen Zustand versetzt wird, dass sie zu Glasgeräthschaften verarbeitet werden kann; 2) in Nebenöfen, welche häufig mit dem Schmelzofen in Verbindung stehen, deren Construction je nach dem Zweck, in welchem sie bestimmt sind, verschieden ist.

Die Schmelz- oder Werköfen können nur mit dem feuerfestesten Thone hergestellt werden. Als Baumaterial wendet man ein Gemenge von weissem Thon mit einer gleichen Quantität gebrannten und gesiebten Thones derselben Gattung an. Eine solche Mischung hat nicht die nachtheilige Eigenschaft, die der gewöhnliche getrocknete Thon besitzt, bei der Temperatur der Schmelzhitze zu schwinden; er ist ferner in Folge seiner lockern Beschaffenheit ein schlechter Wärmeleiter und bleibt von dem Fallen und Steigen der Temperatur ziemlich unberührt. Als Mörtel kann Kalkmörtel begreiflicherweise nicht dienen, da er den Thon der Ofenmasse auflösen und damit zu einem Glase zusammenschmelzen würde, man wendet deshalb zum Verbinden der Steine Thonbrei aus demselben Thone, aus dem das Baumaterial besteht, an. Man wendet die Ofensteine entweder weich, oder blos an der Luft getrocknet, oder in einem Ziegelofen gebrannt, an. Der Schmelzofen muss auf trocknem Grunde stehen; denn jeder nasse Boden kühlt den Ofen von unten ab, wodurch nicht nur grössere Mengen von Brennmaterial verbraucht werden, sondern auch bei einer Abkühlung von unten die Glasmasse sitzen bleibt und sich nur obenher läutert. Es wird zum Grunde ein starkes oder doppeltes Steinpflaster und darüber ein Ziegelpflaster gegeben. Nachdem das Gewölbe geschlossen und die Flächen beschnitten und geebnet worden sind, besteht die ganze Masse des Ofens aus einem einzigen Stücke feuerfesten Thons, welches ein Gewicht von 800—1000 Ctr. hat. Der Ofen wird bei einer Temperatur von 12—15° getrocknet und das Austrocknen durch häufige Wiederholung des Schlagens der innern und äussern Fläche des Ofens befördert. Nach 4—5 Monaten ist der Ofen lufttrocken. Nun giebt man schwaches Feuer, das man während eines Monats verstärkt, um den Ofen zu brennen (Aufwärmen des Ofens); man giebt ferner dem Gewölbe eine massive Decke von Backsteinen (das Hemd) und überkleidet diese wieder 5—6 Zoll dick mit einem Gemenge von Lehm und Häcksel. Die Temperatur wird endlich gesteigert. Darauf ist der Ofen zur Aufnahme der Glashäfen geschickt. Weit häufiger werden besonders geformte getrocknete oder gebrannte Ofensteine zum Ofenbau verwendet. In dem Schmelzofen wird so lange geschmolzen, als er aushält. Doch, wo man strengflüssiges Glas fabricirt und nicht besonders guten Thon zur Verfügung hat, ist die Dauer der Campagne $1^1/_4$—$1^3/_4$ Jahr. Wo man dagegen im Besitz von feuerfestem Thone ist und leichtflüssige Bleigläser darstellt, kann ein Ofen 4—5 Jahre aushalten. In dem Glasofen befinden sich 6, 8—10 Glashäfen oder Wannen, welche sämmtlich auf gleiche Temperatur gebracht werden müssen: daher sind die Schmelzöfen stehende Flammenöfen, in welchen der Schmelzraum oberhalb des Feuerraums liegt.

Der Schmelzraum ist entweder viereckig oder länglich rund und überwölbt. Durch die Mitte der Sohle geht ein ziemlich breiter Kanal, dessen beide Enden an den schmalen Seiten des Ofens die Feuerung bilden. Es bleiben daher zu beiden Seiten dieser Grube, Pipe genannt, zwei schmale Streifen — die Bank von der Ofensohle übrig, worauf die Häfen mit der Glasmasse stehen. Die Häfen auf der Bank umschliesst der sogenannte Ring, ein Mauerwerk von der Höhe der Häfen, und auf diesem steht die Ofenkappe oder Kuppe, welche den Ofen von oben bedeckt. An dem untern Theile der Kappe, über dem Ringe, vor jedem Glashafen, befindet sich das Arbeitsloch, durch welches der Glasmacher die geläuterte Glasmasse aus dem Hafen nimmt. Unter dem Formsteine geht durch den Ring zu jedem Hafen ein sogenanntes Glutloch, durch welches der Hafen auf der Bank umgedreht und gesetzt werden kann.

Nachstehende Zeichnungen geben ein Beispiel eines viereckigen Hohlglasofens und zwar Fig. 87. den Grundriss des Ofens in der Höhe der Arbeitslöcher, Fig. 88 die äussere Ansicht des Ofens von der Seite der Arbeitslöcher, Fig. 89 einen Durchschnitt des Ofens nach der Länge, Fig. 90 einen Durchschnitt nach der Breite. In dem Grundrisse bedeuten *o o* die Pipe, *c, c, c, c, c, c* die Schmelzhäfen, *n, n, n* Glashäfen, welche aufgewärmt werden sollen, *d, d, d* die Arbeitslöcher, *b, b* die Bänke, *i, i* zwei Vorwärme- und Kühlöfen, *h, h*

zwei Temperöfen, *e, e* die äussern Brustmauern, auf welchen die Schienenwände *f, f, f* ruhen. *l, l* sind kleine Herde, um die Temperatur in den Temperöfen zu erhöhen, wenn es nöthig erscheinen sollte.

Fig. 87.

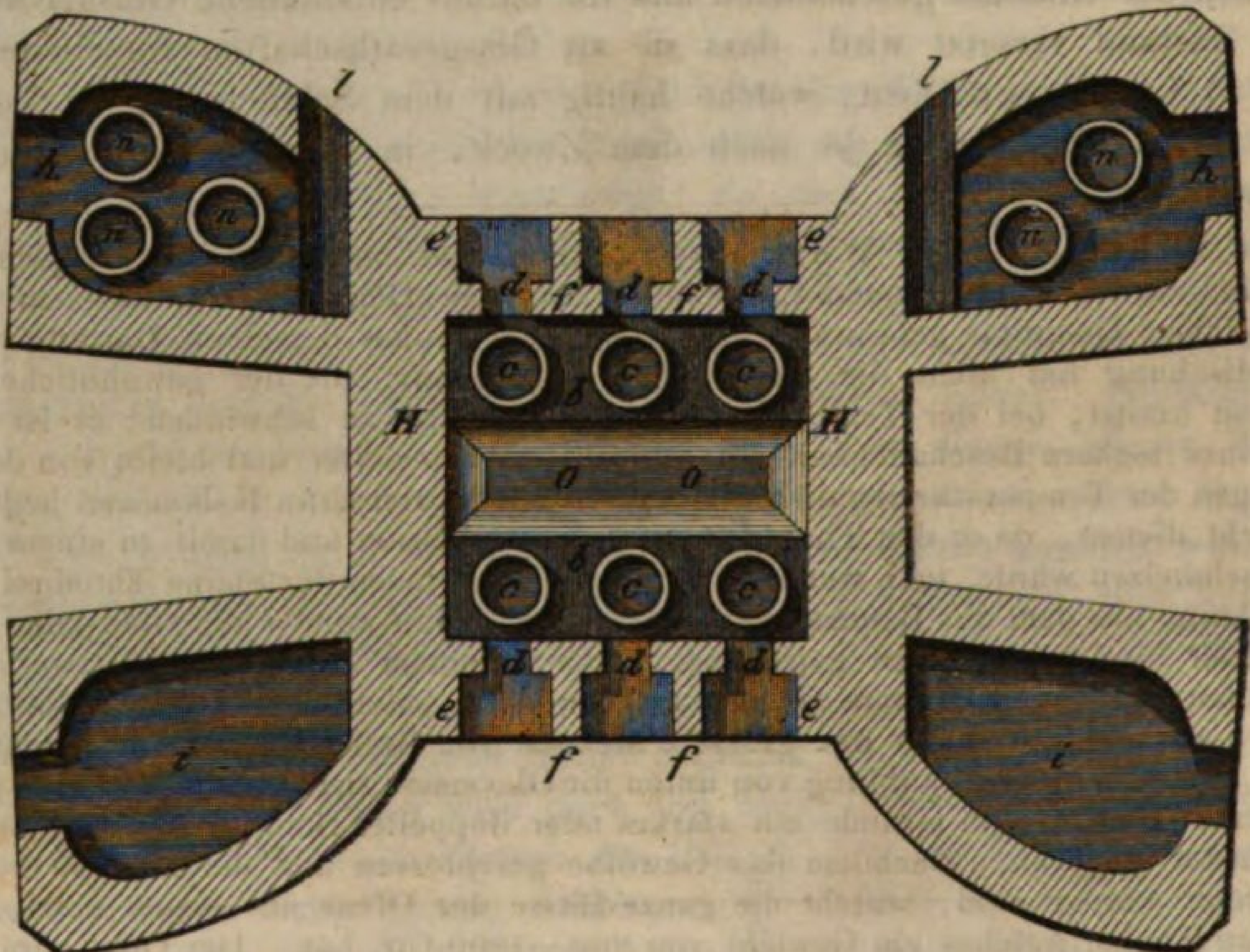


Fig. 88 bedarf keiner weitern Erklärung; an dem einen Arbeitsloch ist ein Schornstein *l* gezeichnet. *y, y, y, y* sind Quadersteine, auf welchen die hölzernen Träger *z, z, z, z* liegen, die einen Holzrost tragen, auf welchem das Scheitholz getrocknet wird.

Fig. 88.

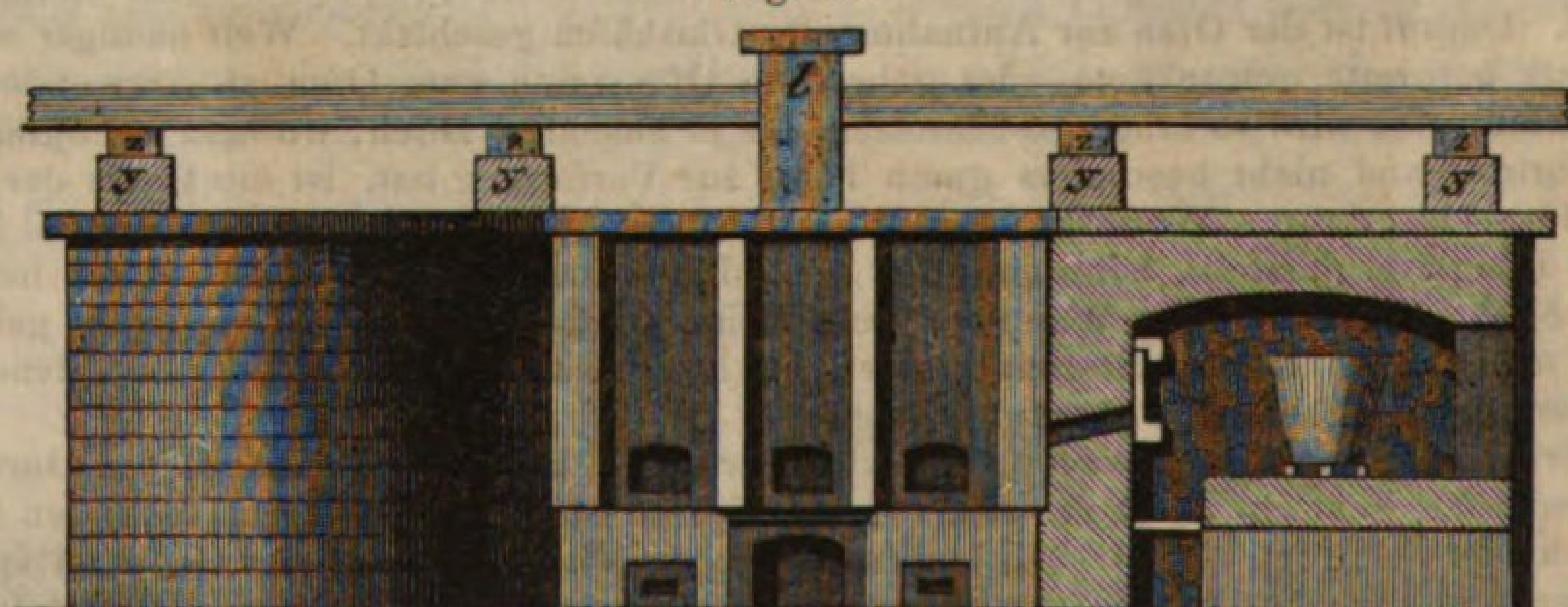


Fig. 89 bedeuten *f, f* die Bank, auf welcher die Glashäfen *h, h, h* stehen; die über den Häfen befindlichen Oeffnungen sind die Arbeitsöffnungen; *n, n* sind die grossen Schürlochgewölbe. In Fig. 90, welche den Durchschnitt des Ofens nach der Breite zeigt, bedeutet *b, b* den Fundament- oder Sohlstein, *c, d* sind die Bänke, *g* der Schornstein, obgleich die Glasöfen in der Regel keinen Schornstein haben, durch den der Zug hervorgebracht wird; der Schornstein *g* hat nur die Bestimmung, die lästige und überflüssige Hitze nach oben zu führen (Fig. 90). Die Flamme des Brennmaterials, welche von den beiden Rosten *m m* (Fig. 89) in die Pipe strömt und von da in dem Schmelzraume sich verbreitet, tritt in die Temper- und Kühlöfen und von dort endlich in einen Schornstein. Die Schornsteine dienen indessen nur aushülfsweise zum Hervorbringen des Zuges. Die erforderliche Zuführung der Luft geschieht durch ein unter dem Roste liegendes kreuzförmiges System von vier Kanälen, welche dort, wo sie ins Freie münden, mit Steinen verschlossen sind; nur derjenige Kanal

bleibt offen, auf welchen der Wind stösst. Ungeachtet dieser unvollkommenen Einrichtung geht doch in dem Schmelzofen eine lebhafte Verbrennung vor sich. Diejenigen Schmelzöfen, in denen mit Steinkohlen gefeuert wird, sind mit einem Roste versehen.

Fig. 89

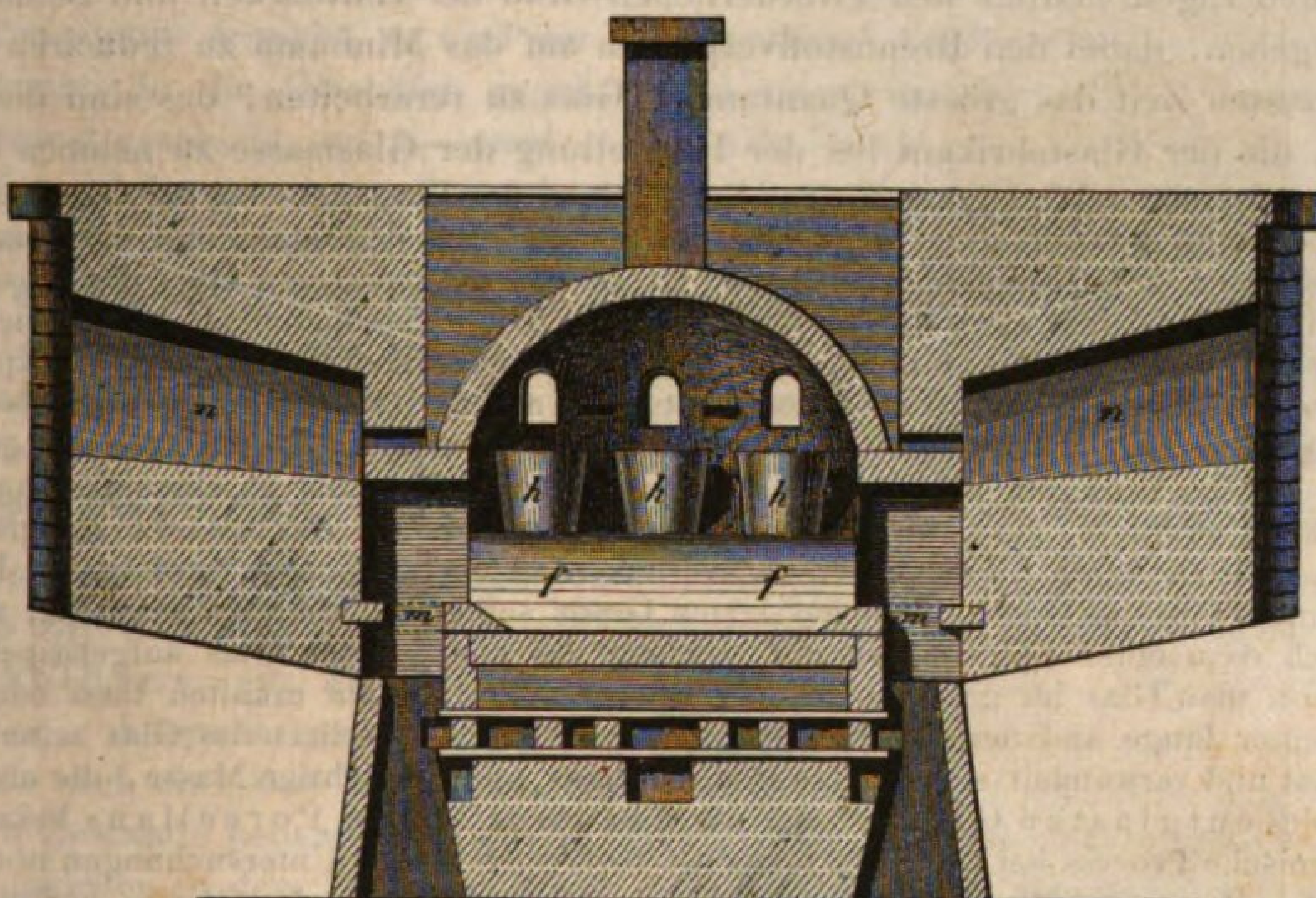
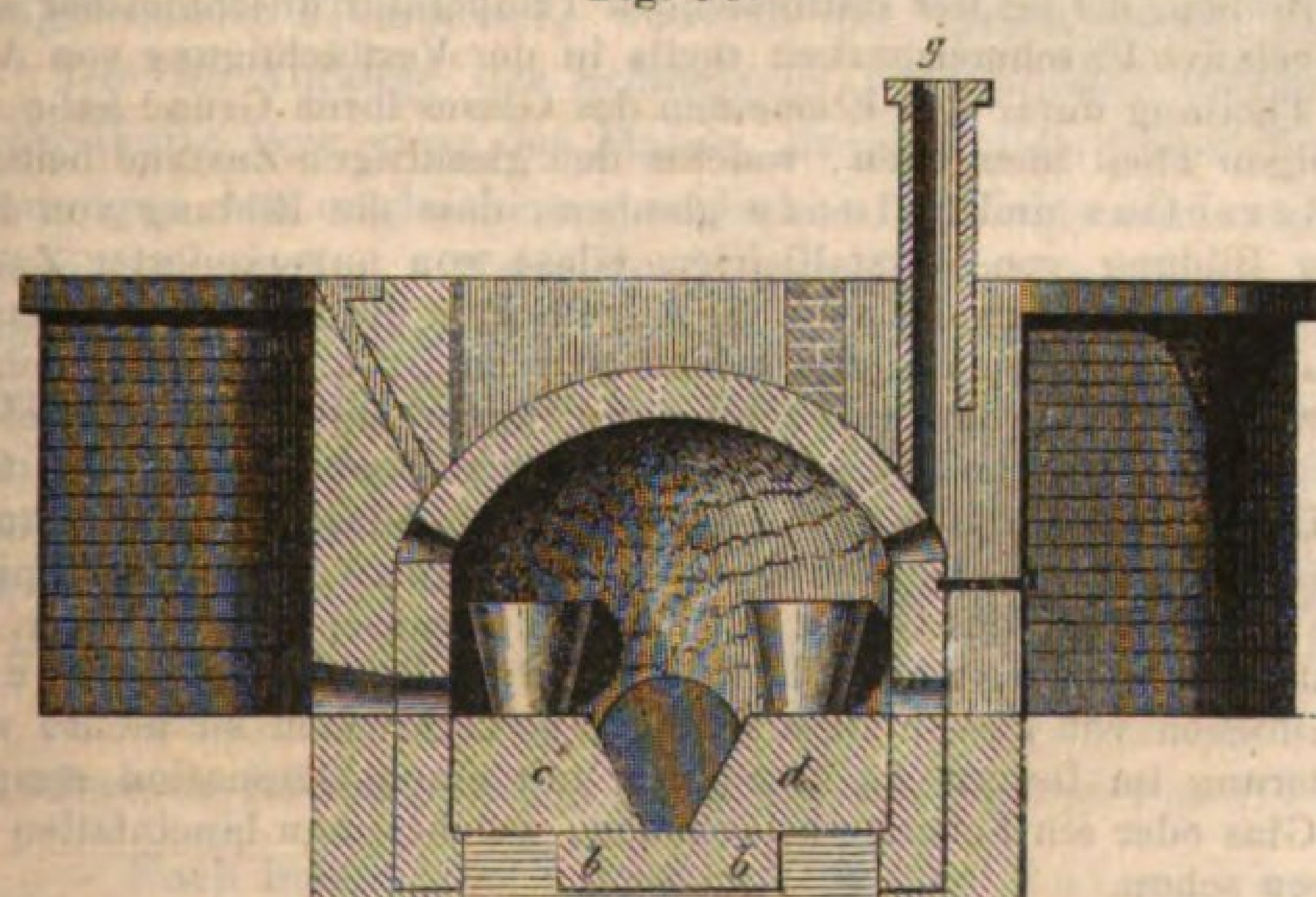


Fig. 90.



Vorbereitung des Satzes und das Schmelzen.

Ehedem galt die krystallisirte Kieselerde, der Bergkrystall, als das vollkommenste Glas und die Aufgabe der Glasfabrikation schien nur eine möglichst getreue Nachahmung oder eine künstliche Darstellung dieses Minerals zu sein. Man hatte sich daran gewöhnt, allein die Kieselerde als wirklichen Bestandtheil des Glases zu betrachten, die alkalischen Zusätze hielt man nur für Körper, welche man in der Absicht zusetzte, die für sich unschmelzbare Kieselerde zum Schmelzen zu bringen. Man nannte deshalb die in der Glasfabrikation angewendeten Alkalien und Erden Flussmittel, ein Ausdruck, der sich bis auf den

heutigen Tag unter den Glasmachern erhalten hat. Es war nicht unbekannt, dass mit der Menge der Zusätze der Brennmaterialverbrauch und die Strengflüssigkeit der Glasmasse, auf der andern Seite aber auch die Haltbarkeit des daraus dargestellten Glases abnehme. Dem Glase neben bestimmten, einer gewissen Glassorte eigenthümlichen Eigenschaften den erforderlichen Grad der Haltbarkeit und Schmelzbarkeit zu geben, dabei den Brennstoffverbrauch auf das Minimum zu reduciren und in der kürzesten Zeit das grösste Quantum an Glas zu verarbeiten, das sind die Rücksichten, die der Glasfabrikant bei der Herstellung der Glasmasse zu nehmen hat.

Von besonderer Wichtigkeit für das Verständniss des Vorganges bei der Glasfabrikation ist die Kenntniss des Verhaltens des Glases im Feuer. Bei dem Maximum der Temperatur des Glasschmelzofens, ungefähr bei 1500° C. ist das geschmolzene Glas dünnflüssig und etwa von der Consistenz eines dicken Zuckersaftes. Diese Beschaffenheit ist für die Läuterung der Glasmasse sehr wesentlich, weil in dem dünnflüssigen Zustande alle Körper, die nicht in der Masse sich auflösen können, entweder auf der Oberfläche oder am Boden der Schmelzgefässe sich abscheiden. In diesem Zustande nun kann ferner das Glas gegossen werden. In der Rothglühhitze ist das Glas ungemein dehnbar und geschmeidig; auf dieser Eigenschaft beruht die mechanische Verarbeitung des Glases. Zwei Stücke rothglühendes Glas lassen sich durch blosses Aneinanderdrücken zu einem Ganzen vereinigen. Bei dem Glasspinnen wird das Glas zu dem äussersten Grade seiner Dehnbarkeit gebracht; man bedient sich dazu eines Spinnrades, auf welchem das ausgezogene Glas aufgehaspelt wird.

Wenn man Glas im geschmolzenen Zustande sehr langsam erkalten lässt oder wenn man es einer lange andauernden Erweichung unterwirft, so verliert das Glas seine Durchsichtigkeit und verwandelt sich in eine fast durchaus undurchsichtige Masse, die unter dem Namen des entglasten Glases oder des Reaumur'schen Porcellans bekannt ist. Der chemische Process bei der Entglasung ist trotz mehrfachen Untersuchungen noch nicht erforscht. Dumas hält die Entglasung für eine Krystallisation des Glases, hervorgerufen durch die im Augenblicke der Entglasung eintretende Bildung von Verbindungen innerhalb einfacher Proportionen, die bei der stattfindenden Temperatur unschmelzbar sind. Er nimmt an, dass diese relative Unschmelzbarkeit theils in der Verflüchtigung von Alkali, theils in einer einfachen Theilung unter den Elementen des Glases ihren Grund habe, indem die Alkalien in denjenigen Theil übergehen, welcher den glasartigen Zustand beibehält. Andere Chemiker, so Berzelius und Pelouze glauben, dass die Bildung von Reaumur'schem Porcellan in der Bildung von krystallisirtem Glase von unveränderter Zusammensetzung ihren Grund habe, welcher Ansicht auch im Allgemeinen die Glasfabrikanten sind.

Wenn Glas bis zum Weichwerden erhitzt worden ist und nachher schnell abgekühlt wird, so wird es äusserst spröde und zeigt dann Eigenthümlichkeiten, welche wir an den Glastropfen und an den Bologneser Fläschchen beobachten. Die Glastropfen und Glasthränen sind Tropfen von geschmolzenem Glase, welche man durch Fallenlassen in kaltes Wasser hastig abgekühlt hat. Bricht man die äussere Spitze ab, so verwandelt sich die ganze Masse des Glases mit einigem Geräusch in ein Pulver. Eine ähnliche Erscheinung bieten die Bologneser Fläschchen oder Springkolben dar. Wenn man an diese Kölbchen von aussen stark schlägt, so zerbrechen sie nicht, während die geringste Erschütterung im Innern sie in Splitter mit einer Detonation zerspringen macht. Ein Stückchen Glas oder ein Feuersteinstückchen, welches man hineinfallen lässt, bewirken dieses Zerspringen schon.

Um nun dem Glase die grosse Sprödigkeit zu nehmen und es dadurch in den Stand zu setzen, Temperaturwechsel ohne zu zerspringen zu ertragen, lässt man das Glas sehr langsam erkalten. Dies geschieht durch die Operation des Kühlens in besonderen Oefen, in den Kühlöfen.

Fritten. Ehedem wurde der Glassatz, ehe man ihn in dem Schmelzofen dem eigentlichen Schmelzen übergab, in einem besondern Ofen, dem Fritteofen, bis zur angehenden Schmelzung erhitzt und dadurch in Fritte verwandelt. Die Vortheile des Frittens bestehen darin, dass Kohlensäure und Wasser aus den Glasmaterialien verflüchtigt werden, wodurch man der Entweichung derselben im Schmelzofen selbst vorbeugt, was sonst eine beträchtliche Temperaturerniedrigung zur Folge haben würde. Da in der Fritte das Alkali auch zum grössten Theile schon an Kieselerde gebunden enthalten ist, so greift die Fritte die Häfen nicht so stark an,

als der nicht gefrittete Glassatz. Ferner erleidet der pulverförmige Glassatz während des Frittens eine bedeutende Volumenverminderung oder Schwindung, während er sich im Anfang des Erhitzens aufzublähen pflegt.

Heissschüren. Ist der Schmelzofen in Betrieb gesetzt und hat er die erforderliche Temperatur erreicht, so wird der Rost gereinigt, werden erst die Brocken, dann der Glassatz in die Glashäfen gegeben und eingeschmolzen. Das Eintragen der Schmelzpost geschieht auf 3—4mal. Sind alle Häfen voll, so bringt der Schürer den Ofen auf die grösste und gleichmässigste Temperatur (Heissschüren). Ist die Glasmasse im Schmelzen, so verbindet sich die Kieselerde mit dem Kali, Natron, Kalke, der Thonerde, dem Bleioxyde etc. zu Glase; diejenigen Substanzen, die nicht in die Glasmasse eintreten können, scheiden sich auf der Oberfläche der schmelzenden Masse als Glasgalle (wesentlich schwefelsaures Natron) aus, welche mit Hülfe eines eisernen Löffels entfernt wird; hat sich nur wenig davon ausgeschieden, so lässt man dieselbe auch bei der hohen Temperatur des Ofens sich verflüchtigen.

Um sich von dem Fortgange des Schmelzprocesses zu überzeugen, wird von Zeit zu Zeit mit Hülfe eines kurzen, unten plattgeschmiedeten Eisenstabes, des Randkolbens, ein Tropfen aus der Glasmasse genommen. Ist der Satz vollkommen geschmolzen, so schreitet man zum Läutern, d. h. man unterhält noch eine Zeit lang eine solche Temperatur, dass das Glas in dem dünnflüssigen Zustande beharrt. Während dieser Periode setzen sich ungelöste Körper und Klümpchen in dem Hafen zu Boden, die Luftblasen in der Masse verschwinden und es scheidet oder verflüchtigt sich mit der noch vorhandenen Glasgalle das im Ueberschuss angewendete Flussmittel, wodurch das Glas an Härte und Dauerhaftigkeit gewinnt. Die im Anfange des Schmelzens stattfindende Gasentwickelung bewirkt eine vortheilhafte Bewegung der Masse, durch welche die anfänglich sich bildenden Verbindungen von ungleichem specifischem Gewichte und ungleicher Zusammensetzung gemischt werden. Nach beendigter Gasentwickelung dagegen suchen sich die dichteren Theile abzusondern, wozu um so mehr Veranlassung gegeben, als die Temperatur am Boden des Hafens weit niedriger ist als an den obern Theilen. Man bewirkt eine innige Mengung durch Umrühren mit der Schöpfkelle oder durch das sogenannte Pohlen. Letzteres geschieht dadurch, dass man entweder ein Stück arsenige Säure oder ein Stück feuchten Holzes, ein Stück Rübe oder eine andere wasserhaltige Substanz an einem Eisenstabe befestigt, bis auf den Boden des Hafens niederstösst. Es entsteht ein heftiges Aufwallen von Dampfblasen, wodurch die verschiedenen schweren Schichten der Glasmasse untereinander gebracht werden.

Läutern.

Kaltschüren. Nach beendigtem Läutern folgt das Kaltschüren, d. h. ein Ablassen der Ofentemperatur, bis das Glas denjenigen Grad der Zähflüssigkeit erlangt hat, welcher zum Blasen, überhaupt zur Verarbeitung der Masse erforderlich ist. Auf der Temperatur des Kaltschürens muss der Ofen so lange erhalten werden, als das Verarbeiten des Glases dauert. Um eine kleine Fläche auf dem geschmolzenen Glase zu begränzen, die leicht frei von allen Unreinigkeiten zu erhalten ist und von dem Glasbläser zum Eintauchen der Pfeife benutzt wird, lässt er zuweilen Thonringe aus Hafenmasse auf dem geschmolzenen Glase schwimmen.

Die Zeit der Läuterung und Verarbeitung ist verschieden. Ein mit Steinkohlen betriebener Schmelzofen zu strengflüssigem Bouteillenglase brauchte:

zum Einschmelzen	10—12	Stunden
zum Läutern	4— 6	,,
zum Verarbeiten	10—12	,,

so dass in einer Woche 5—6 Schmelzen gemacht werden konnten.

Fehler des Glases. Es ist äusserst schwierig, ein vollkommen fehlerfreies Glas darzustellen. Die hauptsächlichsten Fehler sind folgende: Streifen, Fäden, Thränen oder Tropfen, Steine, Blasen und Knoten. Die Streifen sind eine Folge der Ungleichheit des Glases, wenn entweder die einzelnen, bei dem Schmelzprocess entstandenen Verbindungen sich gegenseitig nicht aufgelöst oder bei einem Nachlassen der Temperatur aus einem Gemenge sich abgeschieden haben. Durch die Streifen erscheinen die durch das Glas betrachteten Gegenstände verzerrt. Man wird selten grössere Stücke von Glas finden, die von diesem Fehler vollkommen frei wären; besonders häufig kommt er bei Gläsern von hohem specifischem Gewichte, namentlich bei dem Bleiglase vor. Den Streifen schliessen sich die Winden oder Fäden an, welche von der Verglasung des Thones herrühren und sich durch eine grüne Farbe auszeichnen; sie machen das Glas sehr zerbrechlich, da das Thonsilicat einen andern Ausdehnungscoëfficienten besitzt als das Kalk- und Natronglas. Mit dem Namen Rampen, Thränen oder Tropfen bezeichnet man gleichfalls Theilchen von Thonglas, welches durch die Verglasung des Thones des Schmelzofens in Folge verflüchtigten Alkalis sich bildete und von der Decke des Schmelzofens in die Glashäfen tropfte. Solche Tropfen enthaltende Gläser sind unbrauchbar. Die kleinen Blasen, die sich sehr häufig in der Glasmasse finden, zeigen an, dass das Glas nicht hinlänglich geläutert und während des Läuterungsprocesses nicht dünnflüssig genug war. Grosse Blasen können sich auch durch ungeschicktes Aufnehmen der Glasmasse mit der Pfeife bilden. Die Knoten endlich, einer der häufigsten Fehler des Glases, können auf verschiedene Weise entstehen, wenn z. B. Sandkörner in der Glasmasse unaufgelöst enthalten sind, so können sich durch Vereinigung mehrerer solcher Körner Knoten bilden; ebenso verhält es sich mit der Glasgalle (Alkalisulfate oder Chloralkalimetalle), welche in der Glasmasse oft schneeflockenähnliche Gestalten bilden. Eine dritte Art von Knoten (Steine genannt) rührt von Ofen- und Hafenstücken her, welche durch die Werkzeuge des Glasmachers losgestossen und in die Glasmasse gerathen sind. Endlich kann auch durch eine theilweise Entglasung ein Wolkigwerden der Masse eintreten, welches der Verarbeitung höchst nachtheilig ist. Der bedeutendste Fehler ist eine zu leichte Zersetzung, welche sich durch Mattwerden und Irisiren der Oberfläche kund giebt; sie ist die Folge einer fehlerhaften Zusammensetzung, besonders eines grossen Ueberschusses an Flussmitteln.

Eintheilung des Glases nach der Zusammensetzung und seiner Fabrikation und Bestimmung. Man theilt das Glas nach seiner Zusammensetzung und nach seiner Fabrikation und Bestimmung in folgender Weise ein:

I. *Bleifreies Glas.*

A. Tafelglas.
- a) Fensterglas (Scheibenglas):
 - α) Walzenglas,
 - β) Mondglas,
- b) Spiegelglas:
 - α) Geblasenes Spiegelglas,
 - β) Gegossenes Spiegelglas,

B. Hohlglas (Buttelglas):
- a) Gewöhnliches Bouteillenglas,
- b) Medicin- und Parfümerieglas,
- c) Weisses Hohlglas,
- d) Wasserleitungs- und Gasröhren,
- e) Glaskolben, Retorten etc.

C. Gepresstes Glas.

D. Wasserglas.

II. *Bleihaltiges Glas.*

A. Krystallglas.
B. Optisches Glas.
C. Email.
D. Strass.

III. *Gefärbtes Glas und Glasmalerei.*

IV. *Glasverzierungen.*

Bleifreies Glas, Tafel- oder Fensterglas. Die in den Glashäfen der Schmelzöfen geschmolzene Glasmasse wird entweder zu Tafelglas (Fensterglas, Spiegelglas) oder zu Hohlglas verarbeitet. Das Tafelglas, mit diesen Namen bezeichnet, weil es in Form von kleineren oder grösseren Glastafeln, besonders für Fensterscheiben dargestellt wird, ist entweder ordinäres Bouteillenglas der Zusammensetzung nach, oder feineres Glas

mit weisser Farbe. Letzteres verwendet man nur für grössere und dickere Scheiben, ersteres für das gewöhnliche dünne Fensterglas, wobei es weniger auf weisse Farbe ankommt. Für das ordinäre Fensterglas ist bei der Herstellung des Satzes Wohlfeilheit ein wesentlicher Punkt. Man verwendet deshalb rohe, nicht gereinigte Materialien wie rohe Potasche und rohe Soda, Holzasche, Pfannenstein der Salinen, Glaubersalz und gewöhnlichen Sand und Glasbrocken nach Vorrath.

Im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass auf den meisten Glashütten man das Fenster- oder Tafelglas heutzutage durch Zusammenschmelzen von 100 Th. Sand, 30—40 Th. calcinirter, gereinigter Soda und 30—40 Th. kohlensaurem Kalk darstellt. Anstatt der Soda bedient man sich auch einer äquivalenten Menge von Glaubersalz und setzt in diesem Falle (wie p. 221 erwähnt) die erforderliche Menge Kohlenpulver hinzu.

Die Umwandelung der geläuterten Glasmasse zu Tafelglas geschieht auf zweierlei Weise, entweder durch die Mondglas- oder durch die Walzenglasmacherei.

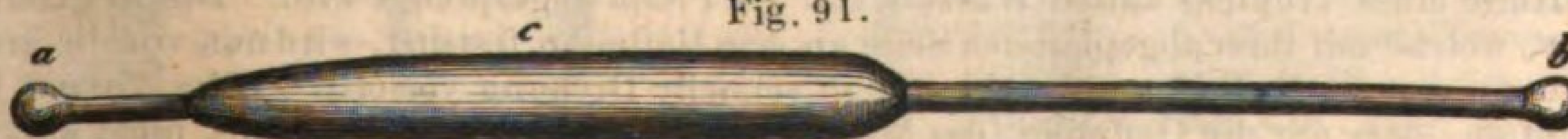
Mondglas. Das Mondglas (in England Kronglas genannt) ist die älteste Sorte des Fensterglases und hat seinen deutschen Namen von der Form der Stücke, in welcher es in dem Handel sich findet. Das Produkt der Mondglasmacherei ist nämlich eine grosse Scheibe, deren Dicke von der Peripherie zum Centrum in der Weise zunimmt, dass im Mittelpunkte und in der unmittelbaren Umgebung derselben in einer Breite von 6 Zoll ein Knopf oder Nabel (das sogenannte Ochsenauge) sich befindet, der zu Fensterscheiben sich eignet. Es werden daher um den Knopf herum Segmente abgeschnitten, welche kleiner sind als die halbe Scheibe und dem halben Mond ähnlich sehen.

Ausser durch die grössere Dünne zeichnet sich das Mond- oder Scheibenglas vor dem Walzenglas durch schöneren Glanz und zwar auf beiden Seiten und durch viel gleichförmigere Oberfläche aus, da bei der Fabrikation des Mondglases das bei dem Walzenglase übliche Strecken, wodurch die obere Fläche öfters ein wellenförmiges Ansehn bekommt, wegfällt. Dagegen hat es wieder das Nachtheilige, dass man nicht Scheiben von jeder Grösse aus dem Mondglas schneiden kann, indem aus einer Mondglasscheibe der grössten Art von 64—66 Zollen kaum eine quadratische Tafel von 22 Zoll geschnitten werden kann; bei dem Mondglase kommen ferner wegen der Ochsenaugen in der Mitte und des krummen Randes weit mehr Abfälle vor als bei dem Tafelglase.

Werkzeuge. Die hauptsächlichsten Werkzeuge, deren sich der Glasmacher zur Herstellung des Tafel- und Hohlglases bedient, sind folgende:

a) Die Pfeife oder das Blasrohr (Fig. 91) ist eine $4\frac{1}{2}$—5 Fuss hohe Röhre von Schmiedeeisen, etwa 1 Zoll dick und inwendig 3 Linien weit. *a* ist das Mundstück und muss sehr glatt gefeilt sein, damit es mit Leichtigkeit zwischen den Lippen umgedreht werden kann. Der aufgeschobene hölzerne Griff *c* von 1—$1\frac{1}{2}$ Fuss Länge schützt den Arbeiter. *b* dient zum Anheften des Glases.

Fig. 91.



b) Die Heft- oder Nabeleisen sind 3—4 Fuss lange und fingerdicke Eisenstäbe, welche zum Anheften der von der Pfeife abgesprengten Gegenstände dienen. Man bringt an die Spitze des Eisens etwas Glas und hält es dann an die passende Stelle, wo dann der Gegenstand sofort anklebt. Man benutzt diese Eisen ferner auch zum Transportiren der geblasenen Gegenstände nach dem Kühlofen. Neuerdings sucht man das Hefteisen zu gewissen Zwecken durch Zangen zu ersetzen.

c) Der Marbel (Fig. 92 und 93) ein Stück Holz, das mit runden Vertiefungen versehen ist und zum Abrunden der an der Pfeife sitzenden Glasballen dient. Er wird immer nass gehalten. Häufig sind auch die Marbel aus Gusseisen, Messing oder aus geschliffenem Sandstein.

Fig. 92.

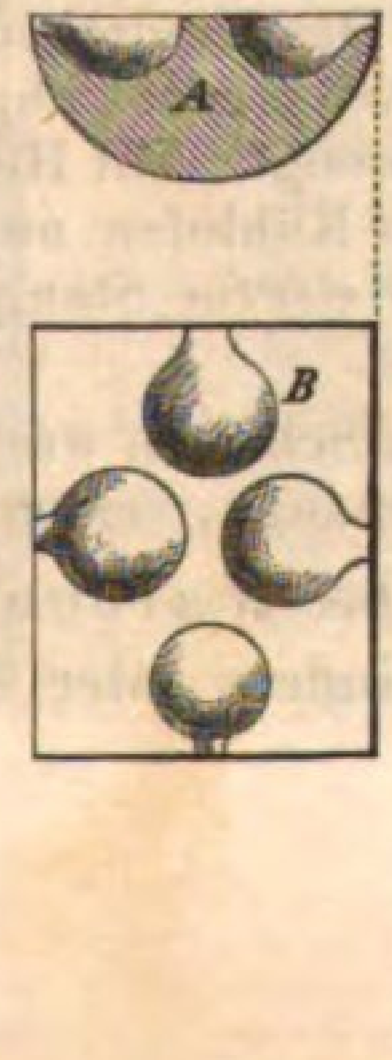


Fig. 93.

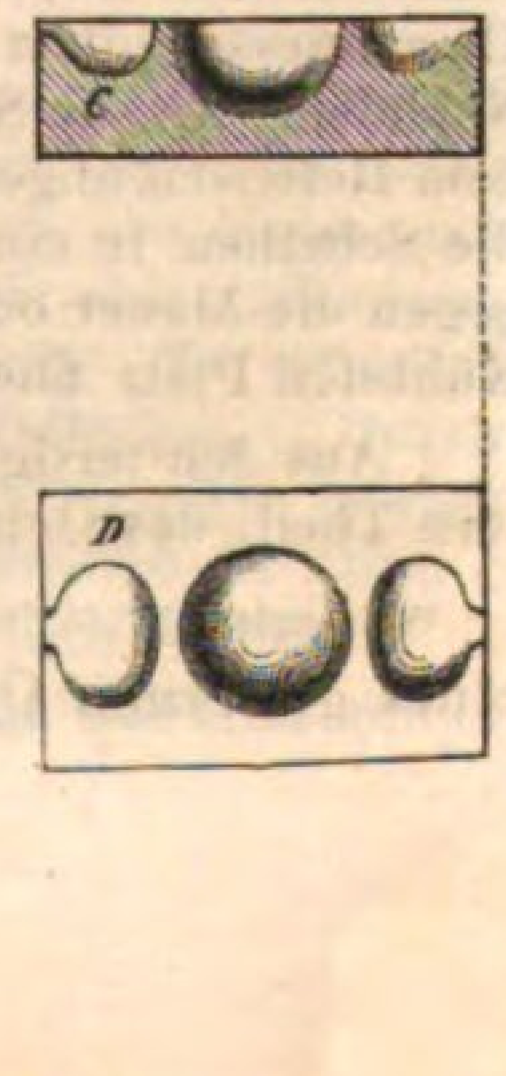
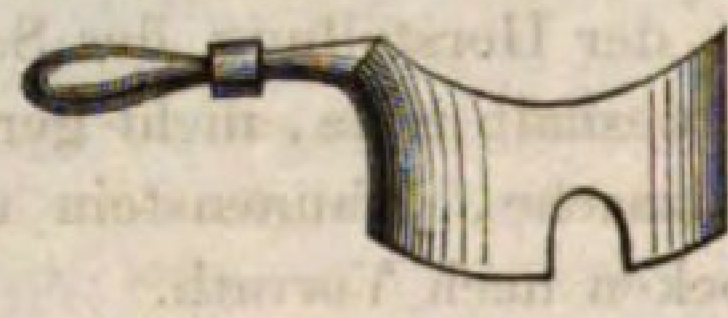


Fig. 95.



Fig. 94.



d) Das Abstreichblech (Fig. 94), ein bogenförmig ausgeschnittenes Blech, dient dazu, die Glasmasse so viel als möglich von der Pfeife zu trennen, so dass diese durch einen Hals mit der eigentlichen Glasmasse zusammenhängt.

e) Die Scheere (Fig. 95) wird angewendet, um Löcher in das heisse Glas zu stossen und dieselben durch Ausschneiden zu Oeffnungen zu erweitern. Man verwendet ferner zur Erleichterung des Formens der Glasgegenstände aus Holz, Thon oder Messing bestehende zwei- oder mehrtheilige Formen.

Fabrikation des Mondglases.

Zur Herstellung des Mondglases gehören drei Arbeiter, der erste, der Anfänger, nimmt nur Glasmasse mit der Pfeife auf und zwar genau so viel, als zur Verfertigung einer Mondglasscheibe dient; darauf übernimmt die Pfeife der zweite Arbeiter, der Vorblaser. Dieser bearbeitet das Glas, bis es in eine grosse Kugel verwandelt ist, die nun in die Hände des dritten Arbeiters, des Fertigmachers kommt, welcher die Kugel öffnet und die Scheibe bildet. Die Arbeit selbst geschieht auf folgende Weise:

Der Anfänger nimmt die gewärmte Pfeife, fährt damit in den Glashafen, dreht die Pfeife beständig um, bis sich rund um den Knopf Glasmasse angelegt hat und zieht die Pfeife aus dem Ofen. Er geht nun an den Marbel, hält die Pfeife horizontal und wälzt die an derselben hängende kugelförmige Glasmasse hin und her, bis sie eine fast cylindrische Gestalt angenommen hat. Zugleich bläst er etwas in das Rohr, so dass eine kleine, etwa 1 Zoll lange Höhlung vor dem Pfeifenkopfe entsteht, welche hauptsächlich das Verstopfen der Pfeifenmündung verhindern soll. Darauf taucht der Anfänger die Pfeife abermals in den Glashafen, wälzt sie nach dem Herausnehmen wieder, und taucht sie ein drittes, viertes und fünftes Mal ein. Die Anzahl der Eintauchungen richtet sich nach der Grösse der Scheiben, die hergestellt werden sollen. Das Gewicht der Glasmasse an der Pfeife beträgt 10 – 14 Pfd. Bei der letzten Aufnahme der Glasmasse wird die Pfeife nicht so tief in die Masse eingetaucht als vorher, damit sich das nun anhängende Glas mehr nach vorn hinzieht als nach dem Pfeifenkopfe, folglich eine Neigung bekommt, sich von der Pfeife zu entfernen, was in der Folge geschehen muss.

Der Vorblaser giebt nun durch Blasen, Schwingen und wiederholtes Anwärmen der Masse die Gestalt eines Sphäroides. Nachdem dasselbe etwas abgekühlt, schiebt er die Kugel in den Auslaugeofen, legt das Rohr der Pfeife in eine eiserne Gabel, welche sich dem Loche des Auslaufofens gegenüber befindet, und dreht die Pfeife sammt der Kugel mit grosser Schnelligkeit. In dem Maasse, als die Glasmasse sich erweicht, dreht der Vorblaser die Pfeife stärker um; durch die Wirkung der Axifugalkraft verliert sich die Kugelgestalt und die dem Feuer zugekehrte Seite wird abgeplattet, während der Umfang der Kugel beträchtlich zunimmt. Jetzt zieht der Fertigmacher die Pfeife aus dem Auslaufofen, legt sie horizontal in die Gabel des Abschlagstockes und heftet in der Mitte der entstandenen ebenen Fläche ein in weiches Glas eingetauchtes Hefteisen an, während zugleich der Hals der Blase mit Hülfe eines Tropfens kalten Wassers von der Pfeife abgesprengt wird. Die so geöffnete Blase, welche mit ihrer abgeplatteten Seite an dem Hefteisen festsitzt, wird nun vor die grosse Oeffnung des Auslaufofens gebracht und in schnelle Drehung versetzt. Alles kommt jetzt darauf an, dass nur die Oeffnung (das Maul) der Blase und deren Umgebung, nicht aber der hintere Theil, der schon eben ist, erweiche. Das erweichte Glas entfernt sich nun durch das Drehen an dem Drehungsmittelpunkt, das Maul erweitert sich, bis es endlich mit dem schon ebenen Boden in eine ebene Fläche kommt und eine flache Scheibe von etwa 5 Fuss Durchmesser bildet. Das Umdrehen der Scheibe muss bis zum Erstarren fortgesetzt werden. Nachdem sich die Scheibe etwas abgekühlt hat, wird sie auf trocknen Sand gelegt und von dem Hefteisen abgesprengt. Mit Hülfe einer eisernen Gabel, der Scheibengabel, bringt man die Scheiben in einen Kühlofen und stellt sie hier vorsichtig auf ihren Rand und schräg gegen die Mauer oder eiserne Stangen angelehnt, so dass 150—200 Glasscheiben in dem Kühlofen Platz finden.

Aus den fertigen Scheiben werden Halbmonde und Mittelstücke geschnitten; den mittlern Theil, das Ochsenauge, verwendet man zu Strassen- und Kutschlaternen.

Walzenglas.

Das Walzenglas entsteht durch Aufsprengen oder Aufschneiden eines gläsernen Cylinders oder einer Walze und Strecken der geöffneten Walze zu

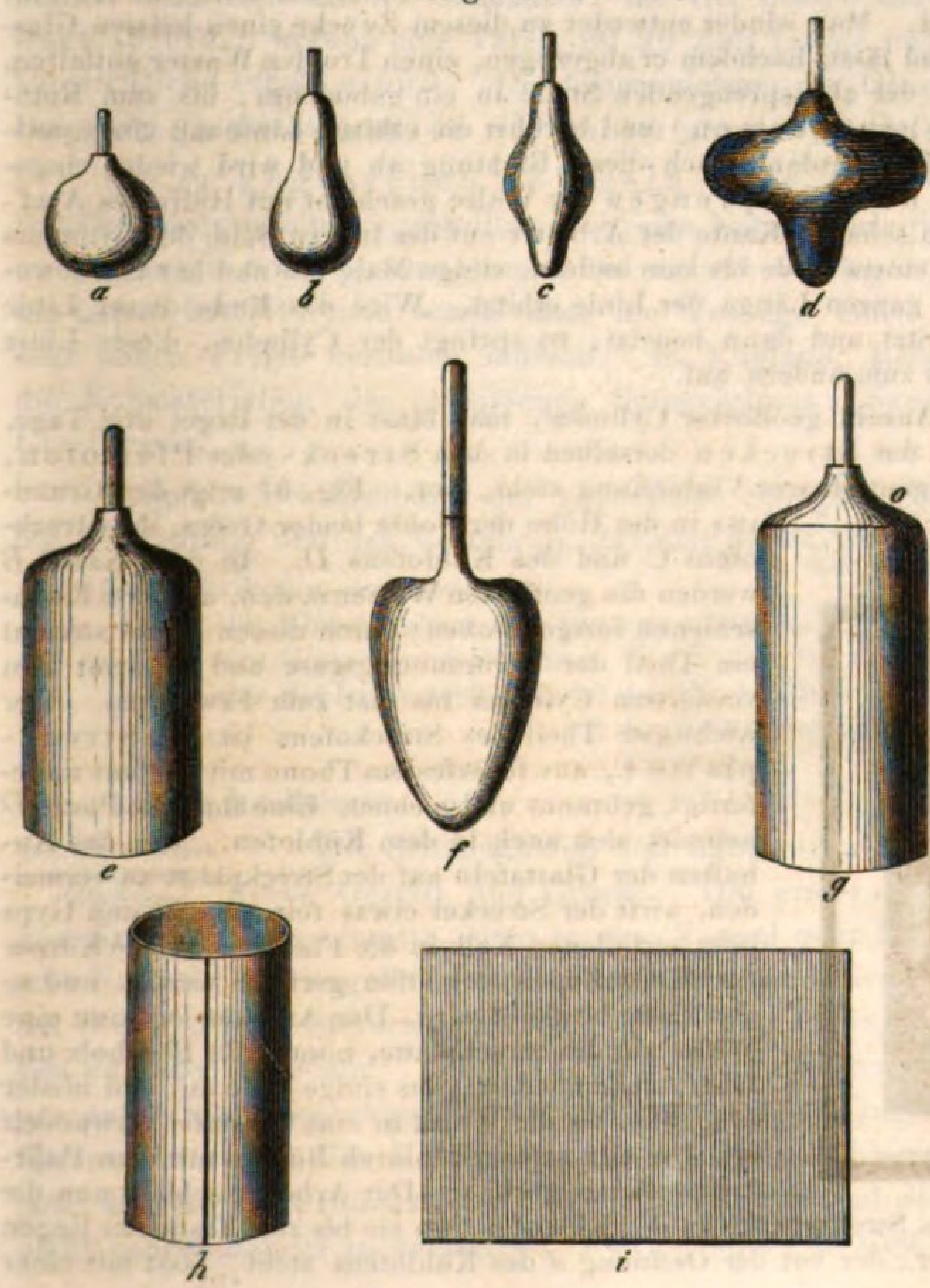
einer ebenen Fläche, zu einer Glastafel. Von dieser ursprünglichen Gestalt des Glases hat es den Namen *Walzenglas* erhalten. Da aber die gestreckten Walzen Tafeln bilden, so nennt man es auch *Tafelglas*. Obgleich Walzen- und Tafelglas im Grunde dasselbe bedeuten, so macht man doch in der Regel noch einen Unterschied zwischen beiden Glassorten und nennt das ordinäre Tafelglas *Walzenglas*, das feinere *Tafelglas* (Solintafeln). Bei dem Walzenglas stellt die Höhe der Walze, bei dem Tafelglas der Umfang derselben die grösste Dimension dar.

Die Herstellung der Walzen gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Glasfabrikation. Die Verfertigung des Walzenglases selbst zerfällt in zwei Hauptoperationen, nämlich

1) in das Blasen der Walzen oder Cylinder,
2) in das Strecken derselben.

Nachdem die Glasmasse in dem Hafen gehörig geläutert ist, die zum Verarbeiten erforderliche Zähflüssigkeit erlangt hat, erwärmt der Arbeiter den Kopf seiner Pfeife, nimmt damit etwas Glasmasse auf und dreht die horizontal auf einer Gabel (Pfeifenlager) liegende Pfeife, bis das Glas nicht mehr flüssig genug ist, um von der Pfeife abzufliessen. Während dieser Zeit wird auch ein wenig in das Rohr geblasen, damit eine kleine Höhlung entsteht und die Mündung des Rohres sich nicht verstopfe. Darauf nimmt der Arbeiter zum zweiten Male Glasmasse auf und lässt das Glas etwas erkalten, dann wird zum dritten, vierten u. s. w. Male Glas aufgenommen, bis die zur Herstellung einer Walze erforderliche Menge Glasmasse an der Pfeife sich befindet. Bei diesem Aufnehmen wird während des Umdrehens der Pfeife die Glasmasse auf den Marbel abgerundet, so dass sie jetzt die Gestalt (*a*) (Fig. 96) hat.

Fig. 96.



Jetzt kommt es darauf an, die kleine Höhlung vor der Mündung der Pfeife dergestalt zu erweitern, dass der an der Pfeife sitzende Theil der Glasmasse die Form eines Flaschenhalses annehme, dessen unterer Theil, an welchem noch die übrige Glasmasse sitzt, die Weite der Walze erhält, damit sonach durch das Anwärmen und Ausblasen dieser Masse, während der an der Pfeife sitzende Theil kühl bleibt, die Walze selbst allmälig ausgebildet werde. Zu diesem Zwecke bringt der Arbeiter das Glas (*b*) in die mit Wasser gefüllte Höhlung des Marbels und dreht dasselbe unter starkem Blasen darin um. Man nennt diese Arbeit das *Durchbrechen* der Glasmasse. Wenn nun die Pfeife ein wenig in die Höhe gezogen wird, so bildet sich der Hals des Cylinders, der bereits die erforderliche Weite hat. Durch das Durchbrechen erlangt die Glasmasse die Form *c* und endlich die von *d*.

Sobald das Glas etwas

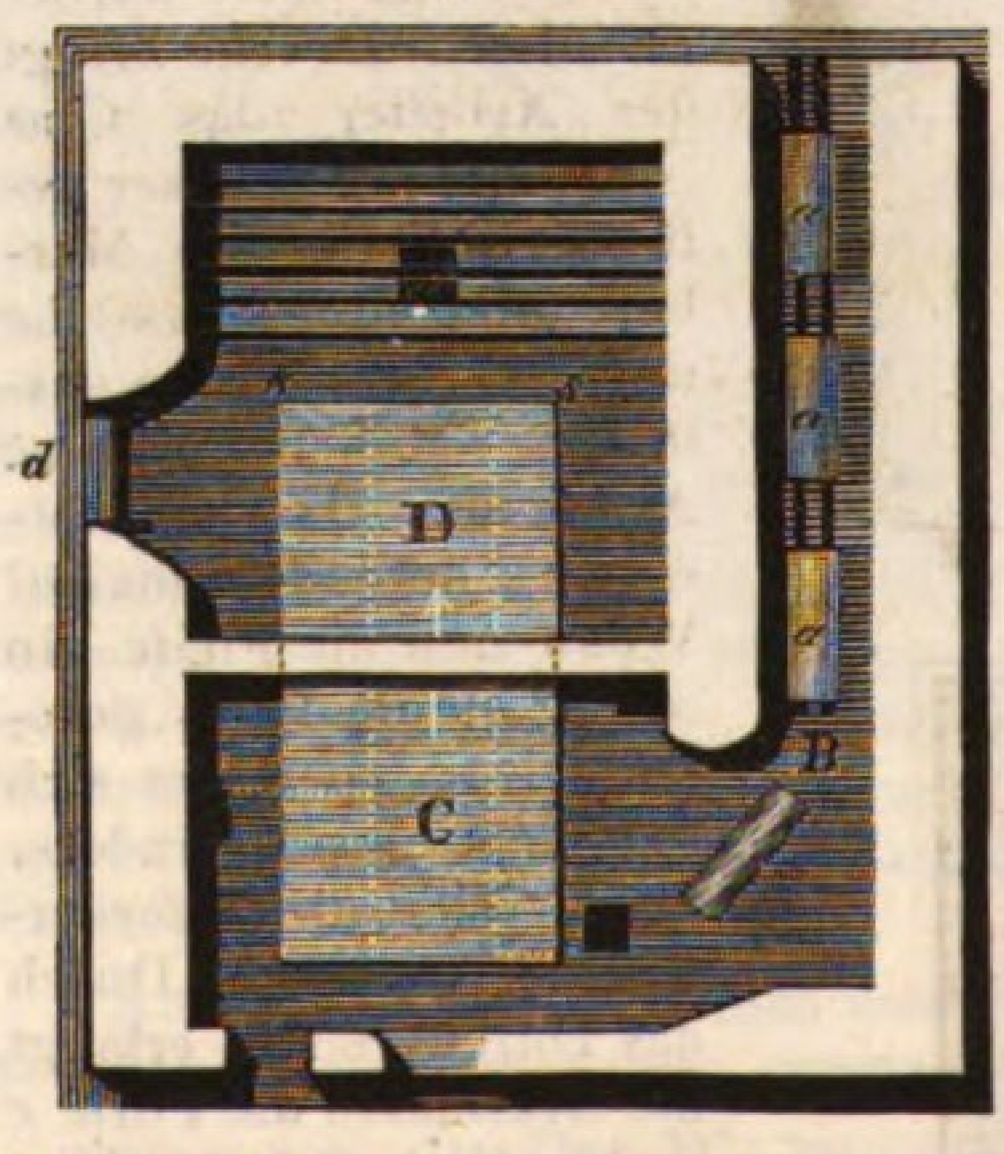
erstarrt ist, bringt der Arbeiter die Pfeife mit der Glasmasse in das Arbeitsloch und dreht sie beständig so schnell um, dass das Glas nicht Zeit hat, auf die eine oder die andere Seite zu sinken, wobei man die Erwärmung des Halses, der die nöthige Steifheit behalten muss, um die vordere Masse zu tragen, dadurch regulirt, dass man ihn ausserhalb des Arbeitsloches lässt. Sobald das Glas gehörig erwärmt ist, entfernt der Arbeiter die Pfeife aus dem Arbeitsloch, bringt sie schnell in eine vertikale Lage in die Tafelschwenkgrube, d. i. den Raum, der sich zwischen zwei Ständen findet, und bläst und schwingt nun die Masse pendelartig hin und her. So entsteht ein hohler Cylinder *e*, der oben einen Hals hat und unten durch eine Halbkugel geschlossen ist. Es ist jetzt nöthig, den Cylinder zu öffnen. Zu diesem Zwecke bläst der Arbeiter stark in die Pfeife, verschliesst das Mundstück derselben mit dem Daumen, so dass die eingeblasene Luft nicht entweichen kann, bringt den vordern Theil des Cylinders in den Ofen. Die eingeschlossene Luft dehnt sich aus und treibt das vordere Ende des Cylinders zu einer dünnen Blase auf, welche endlich mit einem kleinen Knalle platzt, während die aufgeplatzten Ränder sogleich verschmelzen. Indem der Arbeiter die horizontal liegende Pfeife schnell dreht, erweitert sich die Oeffnung in Folge der Axifugalkraft bis zu Cylinderweite (*g*). Ist das Glas gehörig erstarrt, so legt man dasselbe auf eine Gabel, ein Gehülfe schiebt einen erwärmten hölzernen Stock in die Walze, der Walzenmacher lässt einen Tropfen Wasser auf das Glas an der Pfeifenmündung fallen und schlägt auf die Pfeife, wodurch sich die Walze von der Pfeife loslöst und auf dem von dem Gehülfen gehaltenen Stock hängt.

Walzen von sehr dünnem Glase bedürfen keiner Abkühlung. Sie werden daher einfach auf das Walzenlager gebracht und dort bis zum Erkalten gebracht. Walzen von dickerem Glas werden dagegen zur Abkühlung in eigenthümliche Häfen, in Kühlhäfen gelegt und erst nach dem Erkalten auf das Walzenlager gebracht.

Um die Walze in einen Cylinder überzuführen, wird vor Allem der Hals (die Haube oder Kappe *o*) abgesprengt. Man windet entweder zu diesem Zwecke einen heissen Glasfaden um das Haubenende und lässt, nachdem er abgezogen, einen Tropfen Wasser auffallen, oder man legt die Walze an der abzusprengenden Stelle in ein gebogenes, bis zum Rothglühen erhitztes Eisen (Absprengeeisen) und berührt die erhitzte Linie mit einem nassen Finger; die Haube springt alsdann nach dieser Richtung ab und wird wieder eingeschmolzen. Das Oeffnen oder Aufsprengen der Walze geschieht mit Hülfe des Aufsprengeisens, mit dessen scharfer Kante der Arbeiter auf der innern Seite des Cylinders in einer geraden Linie, von einem Ende bis zum andern, einige Male hin und her fährt, wodurch sich das Glas auf der ganzen Länge der Linie erhitzt. Wird das Ende dieser Linie mit einem spitzen Stein geritzt und dann benetzt, so springt der Cylinder, dieser Linie folgend, von einem Ende bis zum andern auf.

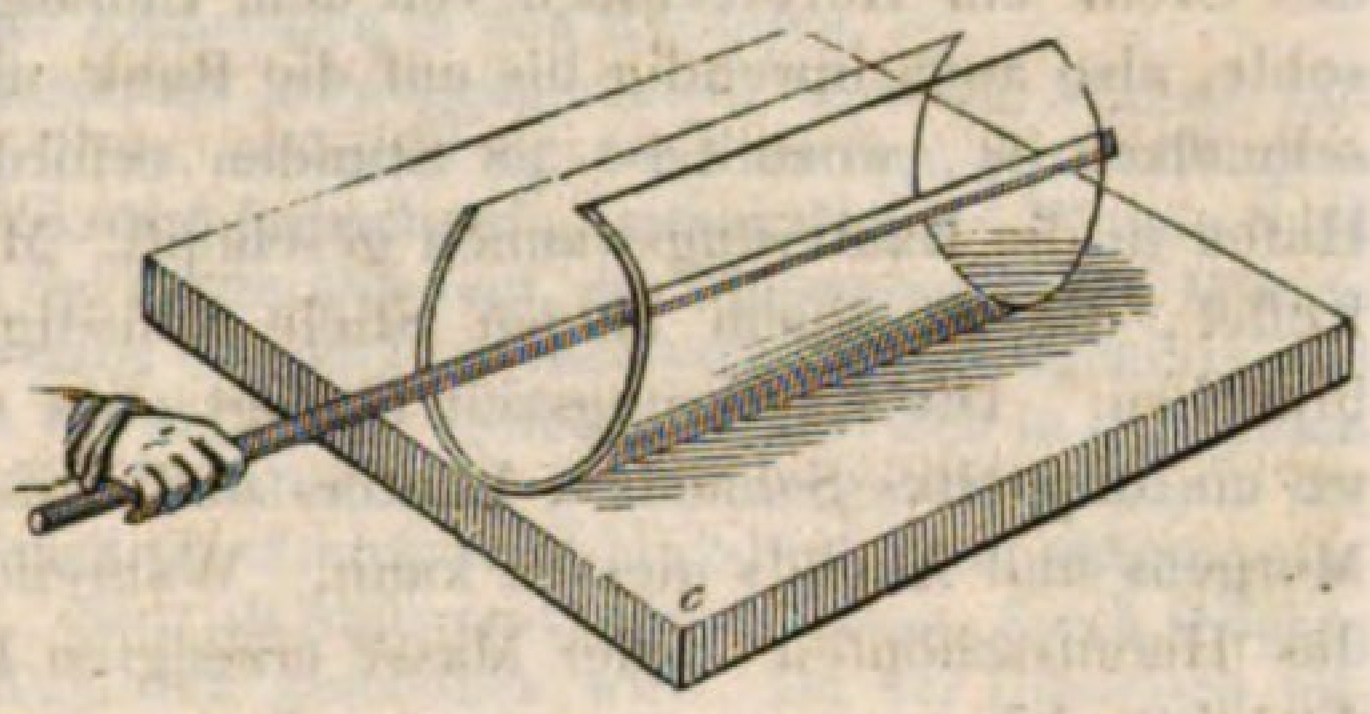
Nachdem eine grosse Anzahl geöffneter Cylinder, man bläst in der Regel drei Tage, fertig geworden, nimmt man das Strecken derselben in dem Streck- oder Plattofen, der mit einem Kühlofen in unmittelbarer Verbindung steht, vor. Fig. 97 zeigt den Grundriss in der Höhe der Sohle beider Oefen, des Streckofens *C* und des Kühlofens *D*. In dem Kanal *B* werden die geöffneten Walzen *a, a, a*, auf zwei Eisenschienen fortgeschoben; durch diesen Kanal streicht ein Theil der Verbrennungsgase und erwärmt den vordersten Cylinder bis fast zum Erweichen Der wichtigste Theil des Streckofens ist die Streckplatte *C*, aus feuerfestem Thone mit Cement angefertigt, gebrannt und geebnet. Eine ähnliche Platte *D* befindet sich auch in dem Kühlofen. Um das Anhaften der Glastafeln auf der Streckplatte zu vermeiden, wirft der Strecker etwas fein gemahlenen Gyps oder zerfallenen Kalk in die Flamme, welche Körper durch den Zug in den Ofen gerissen werden und so die Platte bestäubt wird. Der Arbeiter legt nun eine Walze auf die Streckplatte, nimmt das Plättholz und fährt damit über das Glas einige Male auf und nieder (Fig. 98), bis die Walze in eine Glastafel verwandelt ist. Die Glastafel wird durch Bügeln mit dem Polirholz vollends geebnet. Der Arbeiter schiebt nun die Tafel auf der Fortsetzung des Strecksteines in den Kühlofen, wo sie bis zum Erstarren liegen bleibt. Ein anderer Arbeiter, der vor der Oeffnung *d* des Kühlofens steht, fasst mit einer

Fig. 97.



Gabel die erkaltete Scheibe und stellt sie senkrecht. Sind an der Wand des Kühlofens 30 bis 40 Tafeln hinter einander aufgestellt, so schiebt der Arbeiter durch den Ofen einen eisernen Stab *s* ein, lehnt dann an diesen Stab die Glastafeln auf u. s. w., bis der Ofen voll ist. Die Oeffnungen des Plätt- und Kühlofens werden nun zugestellt und der Ofen der allmäligen Abkühlung überlassen; nach 4—5 Tagen werden die Scheiben aus dem Kühlofen entfernt, sortirt und verpackt.

Fig. 98.



Spiegelglas. Die Spiegel werden entweder geblasen oder gegossen. Die Fabrikation des geblasenen Spiegelglases hat grosse Aehnlichkeit mit der Verfertigung des Tafelglases und ist auf vielen Hütten mit dieser verbunden. Die Materialien sind zum grössten Theile dieselben, welche zum feinen weissen Glase angewendet werden; nur müssen sie von besonders reiner Beschaffenheit sein und bedürfen daher einer sorgfältigeren Vorbereitung und Reinigung. Das Blasen des Spiegelglases wird mit denselben Werkzeugen ausgeführt, wie das Blasen des Tafelglases. Die erhaltenen Glaswalzen werden endlich auch aufgesprengt, im Streckofen gestreckt und im Kühlofen abgekühlt. Das Gewicht der Glasmasse, die der Bläser mit der Pfeife aufnimmt, beträgt 45 Pfd., woraus eine Tafel von 50 Zoll Länge und 36 Zoll Breite bei 4—5 Linien Dicke erhalten wird. Die Umwandelung der Glastafeln in Spiegel durch die Belegung geschieht genau so wie bei den gegossenen Spiegeln.

Die zu gegossenen Spiegeln angewendete Glassorte ist ein aus den reinsten Materialien dargestelltes bleifreies Natron-Kalkglas. Das Kali-Kalkglas ist zwar dem mit Soda geschmolzenen bei weitem überlegen, sowol was Farblosigkeit, als Glanz betrifft; man würde aber die Vorzüge eines solchen Glases mit einem sehr hohen Preise bezahlen müssen. In England, Belgien und Deutschland sind die Rohmaterialien des gegossenen Spiegelglases: Sand, Kalkstein, Soda oder Glaubersalz.

Folgende Beschreibung der gegossenen Spiegel gründet sich vorzugsweise auf die Einrichtung und das Verfahren, das man in St. Gobin und Ravenhead anwendet.

Die Fabrikation zerfällt in

1. das Einschmelzen und Läutern,
2. das Giessen und Kühlen,
3. das Schleifen zerfällt in α) das Rauhschleifen,
 β) das Feinschleifen,
 γ) das Poliren,
4. das Belegen.

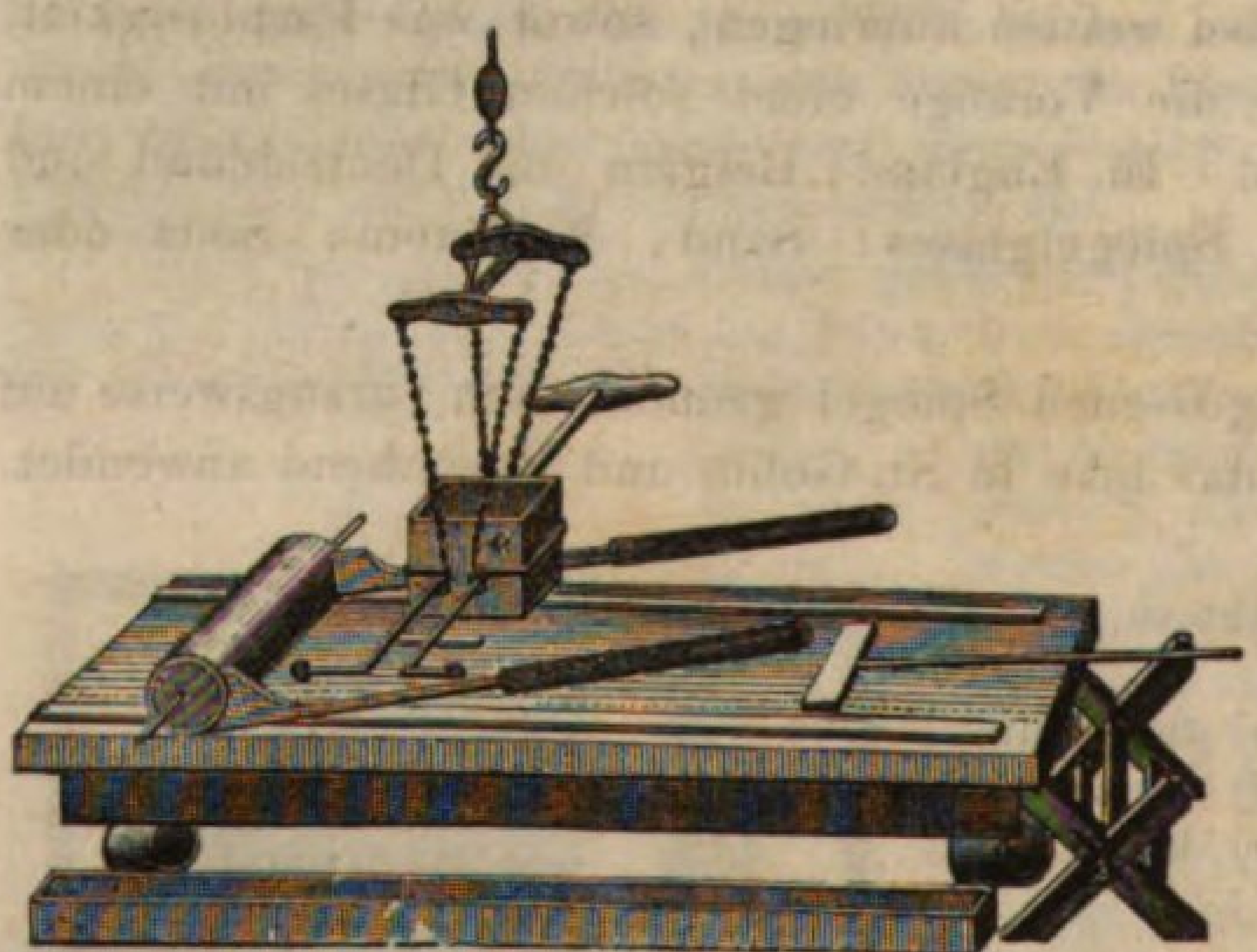
Das Einschmelzen und Läutern der Glasmasse. Die Schmelzhäfen und Läuterungswannen sind von sehr verschiedener Gestalt und Grösse. Die erstern sind abgestutzte Kegel von kreisförmigem Querschnitte, oben in eine Kuppel oder Haube abgerundet. Die Haube oder Kuppel, eine kugelartige, mit dem Hafen aus einem Stück bestehende Wölbung hat drei grosse fensterartige Einschnitte an ihrer Basis, die in einem Bogen von 120° von einander abstehen. Die Läuterungswannen sind weit kleiner und niedriger und bilden viereckige Kästen mit Falzen zum Eingriff der Tiegelzangen. Die Heizung erfordert eine Kohlensorte von sehr langer Flamme und in grösseren Klumpen, demnach eine Stückkohle. Die Schmelzhäfen und die Läuterungswannen stehen nicht nebeneinander in demselben Ofen, sondern es sind für beide Zwecke verschie-

dene Oefen vorhanden. Die Wannen sind offen und fassen genau die zu einem Spiegel erforderliche Glasmasse. Weil sie zum Zweck des Giessens zweimal täglich aus dem Ofen genommen werden müssen, so befindet sich unter dem Arbeitsloch des Ofens ein Aufbrechloch von dem Umfang der Wanne, das bis auf die Hüttensohle, also auch inwendig bis auf die Bank niedergeht. Nachdem der Glassatz geschmolzen ist, wozu 16—18 Stunden erforderlich sind, wird die Masse aus den Häfen in die Läuterungswannen geschöpft. Man bedient sich dazu grosser kupferner Löffel, die an einem langen Stiele befestigt sind und drei Mann zur Bedienung brauchen. Die Läuterungszeit beträgt etwa 6 Stunden, so dass man in Ravenhead, wo ein doppeltes Schmelz-, Läuter- und Giesssystem befolgt wird, täglich zweimal, Morgens und Abends giessen kann. Während des Läuterns verschwinden die durch das Herausschöpfen in der Masse erzeugten Blasen und der Natronüberschuss verflüchtigt sich.

Das Giessen und Kühlen.

Nachdem die Schmelzung und Läuterung vorüber ist, untersucht man, ob das Glas die erforderliche Beschaffenheit habe, um gegossen werden zu können. Zu diesem Behufe bringt man das Ende eines eisernen Stabes in den Tiegel und zieht die Probe; die herausgenommene Masse bildet durch ihr eignes Gewicht einen Faden, wobei sie die Gestalt einer Birne annimmt; hieraus lässt sich abnehmen, dass die Masse die zum Giessen erforderliche Zähflüssigkeit erlangt habe. Ist dies der Fall, so wird die Wanne mittelst Krahnvorrichtungen aus dem Ofen gehoben und schwebend nach dem Giesstische befördert, welcher mit Rädern unterstützt, auf Eisenbahnschienen läuft, welche parallel mit den Beschickungsöffnungen der Kühl- oder Temperöfen gelagert sind. Die Form, auf welcher die Glastafeln gegossen werden, ist eine massive Metallplatte (Fig. 99).

Fig. 99.



In den französischen Spiegelgiessereien sind die Platten aus einem Stücke von Kupfer oder Bronze, völlig eben und polirt, 12 Fuss lang, $7\frac{1}{2}$ Fuss breit, 4—6 Zoll dick, damit sie sich durch die Hitze nicht werfen (in St. Gobin hat man eine solche Tafel, welche 50—55,000 Pfd. wiegt und 100,000 Franken gekostet hat). In England ist die Giessplatte von Gusseisen, 8 Zoll stark, auf der Hobelmaschine geebnet und gross genug, dass man Spiegelplatten von 15 Fuss Länge und gegen 8 Fuss Breite darauf giessen kann. Da die Glasmasse auf die Platte ausgegossen und auf derselben durch eine starke und schwere, ebenfalls bronzene oder gusseiserne Walze gestreckt wird, so würde sie, wenn die Platte kalt wäre, erstarren und sich dieser Behandlung nicht unterziehen lassen. Es ist daher erforderlich, die Platte zu erwärmen; die Giessplatte steht gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ Fuss höher als die Hüttensohle. Die Dicke des Spiegels wird durch kupferne Leisten oder Stäbe bestimmt, welche so lang als die Tafel sind. Ihre Dicke beträgt wenigstens 8 Millimeter und nimmt mit dem Umfang des Spiegels zu. Diese Leisten werden unmittelbar vor dem Giessen auf die Tafel gelegt und weiter oder enger gestellt, je nachdem ein grösserer oder kleinerer Spiegel gegossen werden soll.

Die zur Ausbreitung der Glasmasse auf der Platte dienende Walze ist von Bronze oder Gusseisen, hohl oder massiv, genau abgedreht und hat ein Gewicht von 5—6 Centner. So lange sie nicht in Thätigkeit ist, ruht sie auf einem besondern Gestell von gleicher Höhe mit der Platte und wird gegen diese angedrückt. Der zum Handhaben der glühenden Wanne erforderliche Kranich ist auf Rollen beweglich und lässt sich vor jedem einzelnen Kühlofen

an der geeigneten Stelle mittelst in die Mauer eingelassener Ringe und Haken befestigen. Zur Bedienung der Giessplatte, der Wanne und des Kranichs, mit einem Wort, zu einem Guss, gehören 15 Mann. Die Operation zerfällt in

a) das Ausfahren der Wanne und Hinfahren zum Giesstisch;
b) das Reinigen der Platte und der Wanne;
c) den eigentlichen Guss und das Einbringen in den Kühlofen.

Nachdem die Vorstellthür des Schmelzofens hinweggenommen, wird die Wanne, mit Zangen von der Bank losgemacht und gelüftet, während ein Arbeiter eine grosse Wagenschaufel darunter schiebt. Die auf der Schaufel freistehende, weissglühende Wanne wird nach dem Giesstisch gefahren. Hier wird die Platte abgefegt, die Glasmasse in der Wanne abgerahmt, letztere ringsum abgeputzt und nach einigen Pendelschwingungen umgekippt und der schon ziemlich dickflüssige Inhalt dicht vor die Walze entleert, welche sich in demselben Augenblick in Bewegung setzt. Ehe das Glas erkaltet, wird die zuletzt gebildete Kante der Glastafel über ein als Lineal aufgelegtes Stück Quadrateisen 1½—2 Zoll hoch aufgebogen. Dieser aufgebogene Rand (Randleiste), dient als Stützpunkt für ein Eisen, durch welches die unterdessen erstarrte Glastafel in den Kühlofen geschoben wird. Da der Giesstisch unmittelbar vor dem Guss vor das Mundloch des betreffenden Kühlofens gefahren worden war, so stösst die Glasplatte dicht an und bildet eine Art Fortsetzung der mit feinem Sand bestreuten Ofensohle; die fertige Glasplatte kann demnach bequem und ohne dass ein Verbiegen zu befürchten wäre, in den Ofen geschoben werden. Unterdessen zieht man eine andere Wanne aus dem Schmelzofen, die in dem Augenblicke bei dem Giesstische ankommt, wo die erste Glasplatte in den Kühlofen gebracht wird. Jeder Kühlofen hat zwei Feuerungen und fasst drei Glastafeln; er muss genau bis auf die Temperatur der eben gegossenen Platte vorgeheizt sein. Sobald die drei Platten in dem Ofen sich befinden, verstopft man sorgfältig alle Oeffnungen und überlässt das Glas einige Tage lang der freiwilligen Abkühlung. Die erkaltete Glasplatte kommt aus dem Kühlofen in das Beschneidezimmer auf einen mit Tuch beschlagenen Tisch, auf welchem sofort mit Lineal und Diamant die unregelmässigen Ränder abgenommen werden. Die Risse und Sprünge an der Oberfläche, die Bläschen und die eingeschlossenen Sandkörner werden mit Röthel oder Kreide bezeichnet und darnach nach Maassgabe der Reinheit der Fläche, Tafeln von der sich ergebenden Grösse geschnitten.

Das Schleifen. Die beschnittenen Glastafeln sind zwar auf der unteren Seite, welche die Glasplatte berührt hatte, ziemlich eben und glatt, die obere mit der Walze behandelte Seite zeigt dagegen immer Wellen, weshalb die Tafeln an beiden Seiten geschliffen und polirt werden müssen.

Zum Schleifen (Rauhschleifen) kittet man die untere Glastafel (das Bodenglas) in Gyps auf eine hölzerne oder steinerne Platte (Schleifbank); die andere kleinere (das Oberglas) aber kittet man an einen mit Gewichten beschwerten Kasten. Letztere wird so auf erstere gelegt, dass die Flächen der Glasplatten sich berühren; man streut etwas geschlemmten Sand zwischen beide Flächen, tröpfelt Wasser auf und lässt die obere sich schleifend über der unteren in allen Richtungen durch Maschinenkraft hin- und herbewegen. Wenn der Schliff bis auf die tiefsten Stellen angegriffen hat und folglich die Oberfläche wenigstens im Rauhen zur Ebene geworden ist, muss die Glastafel zur Bearbeitung der zweiten Fläche umgedreht werden. Der Zweck des Klarschleifens oder Doucirens, der Oberfläche diejenige höchste Feinheit des Korns zu geben, ohne welche die Politur unmöglich wäre, erfordert so sorgfältige Verwendung der Kraft, dass man diese Operation zweckmässig durch Handarbeit ausführen lässt. Zum Poliren der klargeschliffenen Glastafeln wird wieder Maschinenkraft angewendet; es werden dabei sowol die Spiegeltafeln als auch die Reibapparate bewegt und zwar in Richtungen, die aufeinander senkrecht sind. Den Reibapparaten ist eine ähnliche hin- und hergehende Bewegung in die Breite ertheilt worden; er besteht aus einem schmalen Trog, so lang als die Polirbank breit ist, der zur Aufnahme der den Druck regulirenden Gewichte bestimmt ist. An der unteren Fläche des Troges befinden sich Reibekissen von gepolstertem Leder, die um ihren Befestigungs- und Mittelpunkt drehbar sind. Man polirt mit Colcothar (englisch Roth) und etwas Wasser.

Durch das Schleifen büssen die Glastafeln durchschnittlich die Hälfte ihrer Dicke, folglich auch die Hälfte ihres Gewichtes ein. Wenn eine Spiegelglasfabrik jährlich 400,000 Quadratfuss Glastafeln erzeugt, die ungefähr 16,000 Ctr. wiegen, so gehen davon 8000 Ctr. mit mindestens 1300 Ctr. Natron, entsprechend 2700 Ctr. calcinirter Soda und einem Geldwerthe von 13,000 fl., verloren. Durch das Zugutemachen dieser Glasmasse von 8000 Ctr., die mit allen Unkosten des Schmelzens, Giessens und Schleifens behaftet ist, liesse sich ohne Zweifel der Preis der Spiegel in einem Grade erniedrigen, der den Absatz beträchtlich

erweitern und auf den Betrieb überhaupt von dem entschiedensten Einfluss sein würde. Trotzdem sieht man meist dieses werthvolle Material mit dem Schleifschlamme wegfliessen.

Belegen. Nach dem Poliren werden diejenigen Glastafeln, die zu Spiegeln bestimmt sind, mit Beleg, d. h. mit einem Zinnamalgam versehen, damit die Lichtstrahlen, welche zwar schon von der vorderen glatten Fläche des Glases zum Theil zurückgeworfen werden, eine möglichst vollständige Reflexion erleiden. Das in der Spiegelbelegung angewendete Quecksilber muss in dem Zustand der grössten Reinheit sein. Das Zinn wird in Gestalt von Zinnfolie verwendet; sie muss aus dem feinsten Zinn geschlagen sein und ihre Farbe der des polirten Silbers nahe kommen; sie muss durchaus ganz sein.

Die Arbeit des Belegens ist an sich einfach, erfordert aber Vorsicht, Uebung und Reinlichkeit. Der Beleger legt die zu belegende Glastafel auf den mit Tuch beschlagenen Putztisch und nimmt mit einem Flanelllappen und Holzasche allen Schmutz und alles Fett hinweg. Hierauf wird die Tafel mit einem leinenen Lappen abgewischt, auf die andere Seite gekehrt und diese auf die nämliche Weise gereinigt; die zu belegende Seite bleibt nach oben gekehrt auf dem Putztische liegen, während der Beleger den Belegstein vorrichtet. Er entrollt eine Folie, schneidet sie so zu, dass sie über jeder Seite des Glases einen halben Zoll vorsteht, überfährt sie mit einer Bürste nach allen Richtungen, so dass keine Falte wahrzunehmen ist und die Folie vollkommen auf dem Belegstein aufliegt. Darauf giesst er ein wenig Quecksilber darüber und reibt dasselbe mit einem Tuchbäuschchen über die ganze Folienfläche, wovon diese wie polirt ist (das Antränken). Man stellt den Belegstein vollkommen horizontal, giesst auf die Folie so viel Quecksilber, als sie durch Adhäsion tragen kann, ohne dass das Quecksilber über den Rand fliesst. Dazu gehören bei einer Glastafel von 30—40 Quadratfuss 150—200 Pfund Quecksilber, welche eine Schicht von einigen Linien bilden. Die Glastafel wird nunmehr, nachdem die trübe Haut des Metalls vom vorderen Rand entfernt worden, mit der einen Längenkante zwischen der Oberfläche des Quecksilbers und der Folie über einem Stück ausgespannten Zeug vorgeschoben, welches die letzten Staubtheilchen abwischt. Man rückt so langsam vor, indem man die Kante stets untergetaucht hält. Die Unreinheit der Quecksilberfläche ist auf diese Weise unschädlich gemacht. Mit dem Aufschieben schwimmt die Glasplatte auf dem überschüssigen Quecksilber, welches abgepresst werden muss. Ist die Glasplatte durch Gewichte belastet, so giebt man dem Belegstein eine ganz geringe Neigung. So bleibt die Glastafel ruhig wenigstens 24 Stunden liegen, damit die Belegung einige Festigkeit bekommt (sie trocknet). Nunmehr wird das Glas von dem Belegstein abgenommen und auf das Ablauf- oder Trockengerüst getragen; hier wieder auf Latten gelegt, mit der belegten Seite nach oben; ferner giebt man der Platte eine Neigung, die etwas grösser ist als jene, welche sie auf dem Steine hatte. Die Neigung wird immer mehr und mehr vergrössert, bis sie endlich in eine fast senkrechte Lage kommt. In dieser Lage bleiben die Gläser wenigstens 14 Tage bis 3 Wochen stehen. 50 Quadratdecimeter Spiegelglas erfordern 2,023 Grm. Amalgam.

Silberspiegel. In neuerer Zeit hat man vielfach versucht, anstatt der Belegung der Spiegel mit Zinnamalgam eine Versilberung der Glastafeln anzuwenden. Das von Drayton im Jahre 1844 vorgeschlagene Verfahren ist das folgende. Man löst 32 Grm. salpetersaures Silberoxyd in 64 Grm. Wasser und 16 Grm. flüssigem Ammoniak und setzt zu der filtrirten Lösung 108 Grm. Weingeist von 0,842 spec. Gew. und 20—30 Tropfen Cassiaöl. Nachdem das zu versilbernde Glas horizontal gelegt worden ist, bringt man auf allen Seiten eine Einfassung von Glaserkitt an, so dass die Flüssigkeit $^1/_8$—$^1/_4$ Zoll hoch auf der zu versilbernden Glasfläche stehen bleiben kann. Nachdem diese *versilbernde Flüssigkeit* (Nr. I.) auf das gereinigte und polirte Glas gegossen worden ist, lässt man 6—12 Tropfen der *reducirenden Flüssigkeit* (Nr. II.), aus 1 Volumen Nelkenöl und 3 Volumen Weingeist bestehend, auf verschiedenen Stellen in die Flüssigkeit auf dem Glase fallen. Je mehr Nelkenöl man anwendet, desto schneller scheidet sich das Silber ab; die Fällung oder Ablagerung soll jedoch beiläufig zwei Stunden erheischen, was ein Arbeiter nach einiger Uebung leicht in seine Gewalt bekommt. Die zum Theil entsilberte Flüssigkeit lässt sich nach dem Filtriren wieder zum Versilbern verwenden. Für jeden Quadratfuss Glas braucht man etwa 9 Decigramme salpetersaures Silberoxyd.

Zur Darstellung fehlerfreier Spiegel wendet v. Liebig eine ammoniakalische, mit Aetzkali oder Aetznatron versetzte Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, welche mit wässriger Milchzuckerlösung versetzt ist, an. Man fertigt eine ammoniakalische Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, welche in 200 Kubikcentimetern Wasser 10 Grm. geschmolzenes

salpetersaures Silberoxyd enthält, setzt dazu nicht mehr Ammoniak, als für eine klare Lösung nöthig ist und hernach 450 Kubikcentimeter einer Natronlauge von 1,035 spec. Gewicht. Den hierbei entstehenden Niederschlag löst man durch Zusatz von Ammoniak wieder auf, bringt das Volumen der Mischung auf 1450 Kubikcentimeter, fügt so viel von verdünnter Silberlösung hinzu, dass ein bleibender grauer Niederschlag entsteht und verdünnt zuletzt mit Wasser bis auf 1500 Kubikcentimeter. Diese Flüssigkeit mischt man kurz vor ihrer Anwendung mit $^1/_6$ — $^1/_8$ ihres Volumens Milchzuckerlösung, welche auf 10 Gewichtstheile Wasser 1 Th. Milchzucker enthält. Die zu versilbernde Glasplatte wird in dem mit der Versilberungsflüssigkeit gefüllten Gefäss in der Art schwebend befestigt, dass die Oberfläche des Glases die Flüssigkeit vollständig berührt und die Entfernung derselben vom Boden des Gefässes etwa reichlich $^1/_2$ Zoll beträgt. Die Reduction beginnt sofort, anfangs erscheint die Glastafel schwarz und wird bald darauf spiegelnd. Die Bestimmung der an einer Glasplatte niedergeschlagenen Silberschicht ergab 0,0049 Gr. auf 226 Quadratcentimeter, es erfordert also 1 Quadratmeter 2,210 Grm. Silber. Die versilberte Platte wird mit warmem destillirten Wasser gewaschen und an einem warmen Orte getrocknet. Einmal trocken, haftet die Belegung so fest, dass sie sich nur schwer abreiben, ja sogar mit feinem Polirroth und Sammet gut poliren lässt. Es ist zweckmässig, den fertigen Silberspiegel vor seiner Fassung mit einem schwachen farblosen Firniss zu überziehen oder besser noch galvanisch zu verkupfern.

Löwe wendet zur Spiegelversilberung salpetersaures Silberoxyd, Krümelzucker und Kali, Petitjean Silberoxyd, Ammoniak und Weinsäure an.

Hohlglas. Die Hohlglasfabrikation beschäftigt sich mit der Fabrikation aller Arten hohler Gefässe zum Aufbewahren von Flüssigkeiten. Sie verarbeitet entweder gemeines grünes Glas (Buttelglas), das von hellerer oder dunklerer Farbe und mehr oder weniger rein ist, oder feines weisses Glas oder endlich Krystallglas. Aus gemeinem grünen Glase werden ausser Medicingläsern, Retorten und Kolben und Bouteillen dargestellt. Da jedoch die Bouteillen zu den gesuchtesten Glasgegenständen gehören, da sich ferner hierzu eine dunkle in dickeren Schichten fast undurchsichtige Glasart eignet, so wird die Bouteillenfabrikation häufig ganz allein und besonders betrieben. Die Verarbeitung von feinem weissen Glas liefert alle Arten von Trinkgläsern, Wasserflaschen, so wie Teller, Schalen, Vasen, Kronleuchter u. s. w. Aus Krystallglas werden dieselben Gegenstände wie aus dem weissen Glas hergestellt, nur in einem höhern Grade der Vollkommenheit.

Der Glassatz für ordinäres Bouteillenglas besteht aus Sand, Potasche oder Soda, Seifensiederasche, Holzasche, Glaubersalz, Kochsalz, dem Rückstand aus Leuchtgasfabriken, Kalk, Lehm, Schlacken, Basalt und andern feldspathhaltigen Mineralien. Zu Medicinglas nimmt man die eisenfreieren Materialien, die noch reineren zum weissen Hohlglase. Wenn nun auch für die Herstellung des Bouteillenglases keine so sorgfältige Auswahl der Materialien wie bei den feineren Glassorten erforderlich ist, so müssen diese doch wegen des nöthigen Widerstandes gegen den Druck bei moussirenden Flüssigkeiten und gegen den Angriff von Säuren passend ausgewählt, sehr gut geschmolzen, das Glas selbst mit Aufmerksamkeit verarbeitet und abgekühlt werden.

Bei der Analyse verschiedener Sorten von Hohlglas fanden sich folgende Resultate:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselerde	53,55	45,6	59,6	69,4	71,6	76
Thonerde	6,01	14,0	6,8	9,6	2,2	1
Eisenoxyd	5,74	6,2	4,4	—	3,9	—
Kalk	29,22	28,1	18,0	9,2	10,0	8
Kali	5,48	6,1	3,2	11,8	11,0	15
Magnesia	—	—	7,0	—	2,3	—

I. Glas von Sèvres, schwer zum Entglasen zu bringen; II. französisches Bouteillenglas, sehr zum Entglasen geneigt; III. Bouteillenglas von Epinac; IV. böhmisches Schleifglas; V. Krystallglasbecher aus Neufeld in Böhmen; VI. Mittelzahlen der Analysen von gewöhnlichem böhmischen Glase.

Die Einzelnheiten der Herstellung der verschiedenen Hohlglasgegenstände sind, nach der Verschiedenheit der Formen, die aus dem zähflüssigen Glase verfertigt werden sollen, höchst mannichfaltig und können hier nur in einzelnen Beispielen angegeben werden. Das Verfertigen der grünen Bouteillen geschieht auf folgende Weise: Sobald die hin-

reichende Menge von Glas von der Pfeife aufgenommen worden ist, bringt der Bläser die Glasmasse auf den Marbel und wälzt ihren vorderen Theil darauf hin und her, bläst auch von Zeit zu Zeit in das Rohr, wobei darauf zu sehen ist, dass das Glas um die Höhlung herum überall gleiche Dicke enthalte und die Form *a* (Fig. 100) annehme. Nun kommt die Pfeife mit dem Glase in das Arbeitsloch zum Anwärmen, wobei dieselbe bald links, bald rechts umgewendet wird, damit das Glas sich nicht auf die Seite neige; sobald es heiss genug ist, bringt der Fertigmacher die Pfeife in eine senkrechte Lage und bläst unter pendelartigem Schwingen Luft ein, wodurch der Bauch der ursprünglich birnförmigen Masse erweitert wird und nun die Gestalt *b* erhält. Darauf wird die Glasmasse in die hölzerne Form *c d* eingesenkt und kräftig geblasen; so wie das Glas durch das Blasen die Form immer mehr ausfüllt, zieht der Arbeiter auch die Pfeife mehr an sich, damit der Bouteillenhals seine Gestalt behält und sich allmälig in den Bauch der Flasche verliert. Darauf wird die Flasche der Form entnommen, die Pfeife wird einigemal hin- und hergeschwenkt, damit der noch etwas flüssige Hals sich mehr in die Länge ziehe und die erforderliche Gestalt bekomme. Um dem Boden und der Mündung die gebräuchliche Form zu geben, wird abermals angewärmt, so dass nur der Boden glühend wird; während dieser Zeit erwärmt ein Gehülfe ein Eisen (das Nabeleisen), an dessen Spitze etwas Glasmasse befestigt ist. Unter gewissen Handgriffen drückt der Gehülfe sein Eisen auf den Mittelpunkt des Bodens gleichmässig einwärts (siehe *e*). Darauf wird die Pfeife von dem Halse abgesprengt, das abgesprengte Ende ins Feuer gebracht und mit dem Abstreichblech der Rand der Flasche umgelegt. Um den Hals herum wird etwas Glasmasse befestigt. Während der Bläser eine neue Flasche beginnt, bringt der Gehülfe die fertige Flasche in den Kühlofen und trennt durch einen kurzen Schlag das Nabeleisen von der Flasche. In neuerer Zeit bedient man sich anstatt des Nabeleisens der Flaschenzange (Fig. 101) oder Klappform.

Fig. 100

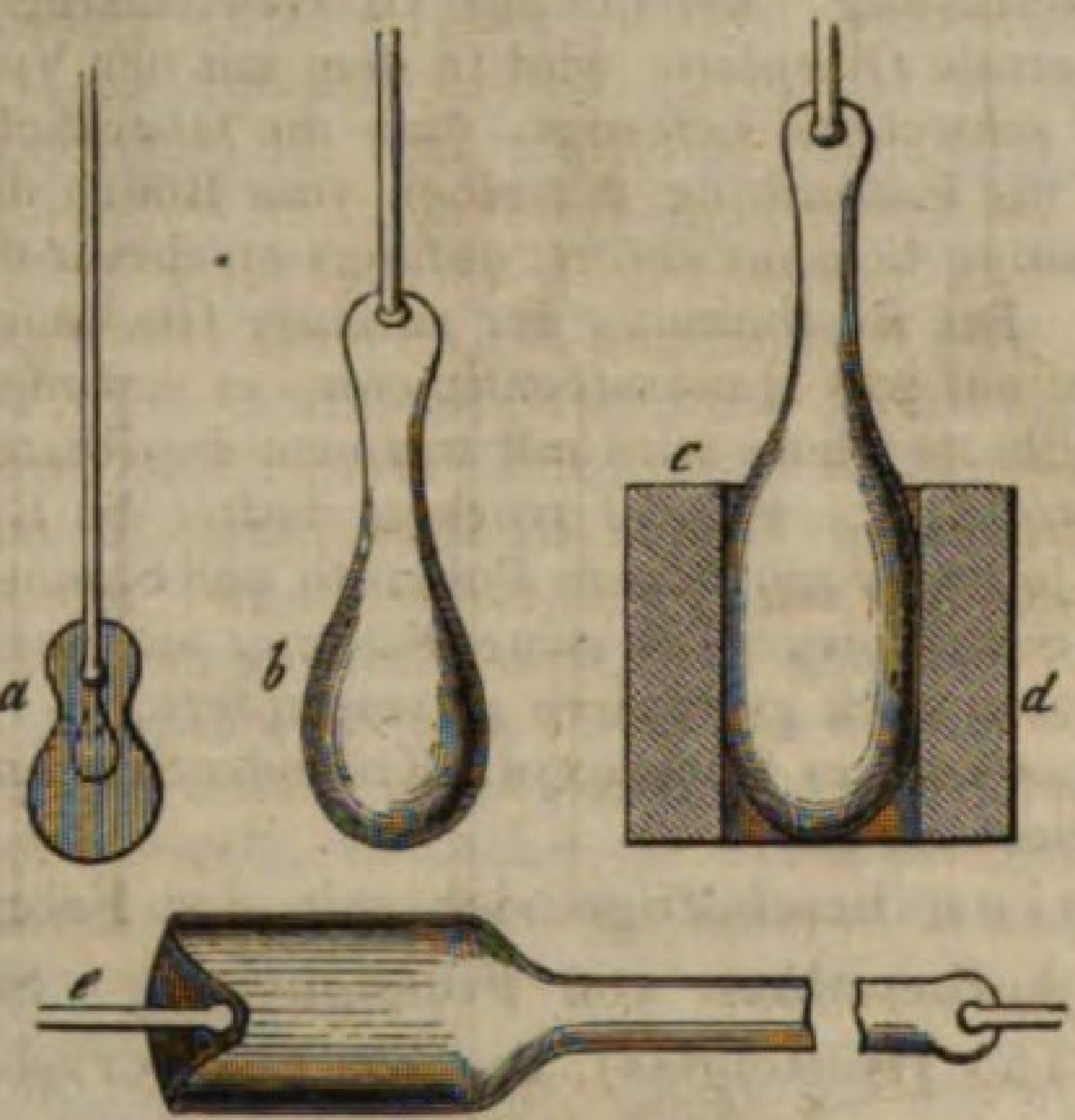
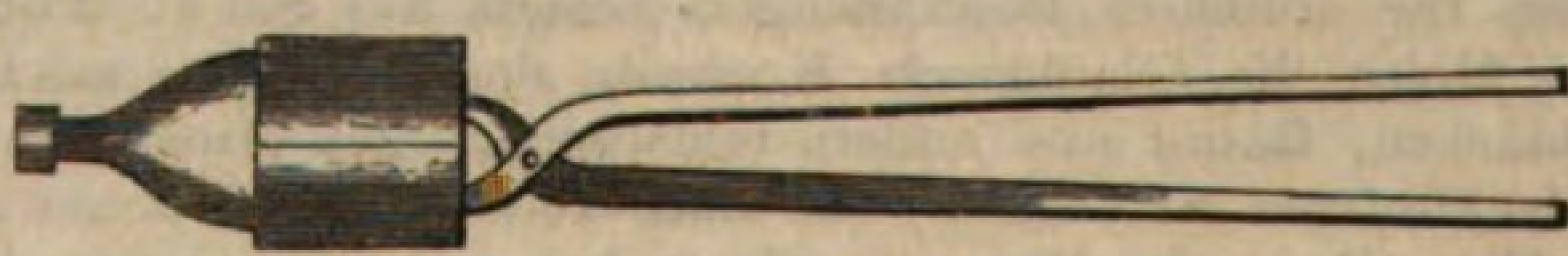
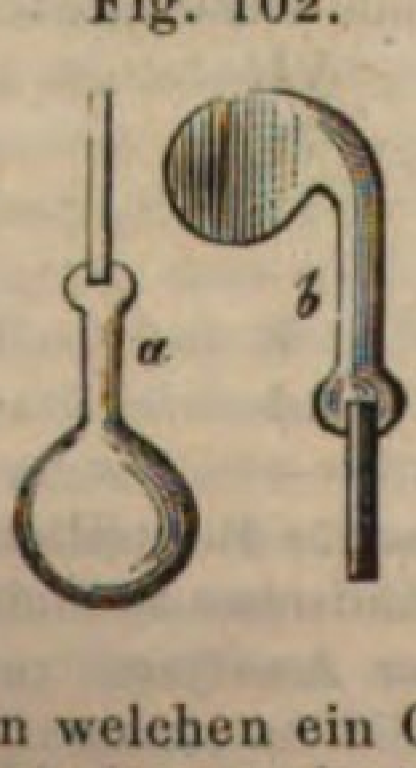


Fig. 101.



Aus dem Vorstehenden geht hervor, auf welche Weise ein Kolben (ein Ballon) geblasen wird; wenn der Bläser während des Aufblasens den Kolben über seinen Kopf erhebt so senkt sich der bauchige Theil auf der einen Seite und es bildet sich eine Retorte (siehe *a* und *b* Fig. 102).

Fig. 102.



Zur Herstellung der Bechergläser wird zunächst ein Glasballon mit möglichst dünnen Wänden (Fig. 103 *A*) geblasen, dieser dann an ein Nabeleisen geheftet und von der Pfeife abgesprengt. Das abgesprengte Ende wird angewärmt, mit der Scheere abgeschnitten (Fig. 103 *B*), ausgeweitet und umgebogen (*C*). Diese Art Bechergläser haben unten eine scharfkantig abgesprengte Glasstelle, von welcher aus das Glas bei Temperaturwechsel leicht springt. Man pflegt desshalb gegenwärtig die Bechergläser in Formen mit geraden Wänden (Fig. 104 *a*) zu blasen und das Formen in Zangen (*b* und *c*) zu vollenden.

Um Glasröhren herzustellen, wird zuerst ein kleiner Ballon geblasen, an welchen ein Gehülfe auf der der Pfeifenmündung entgegengesetzten Seite sein Hefteisen anheftet, und sich, rückwärts schreitend, möglichst schnell entfernt. Bei einigermaassen starken Röhren muss der Bläser während des Ausziehens fortwährend Luft einblasen und die Pfeife und folglich auch das Glas rotiren lassen. Das Ausziehen hört auf, wenn die Röhre die gehörige Dicke hat, sie zeigt dann folgende Gestalt (Fig. 105). Die fertige Röhre

wird, um die Krümmung derselben auszugleichen, auf den Boden gelegt und nach dem Erkalten in 4—6 Fuss lange Stücke geschnitten. Glasstäbe werden auf dieselbe Weise hergestellt, und unterbleibt dabei das vorläufige Aufblasen der Glasmasse.

Fig. 103.

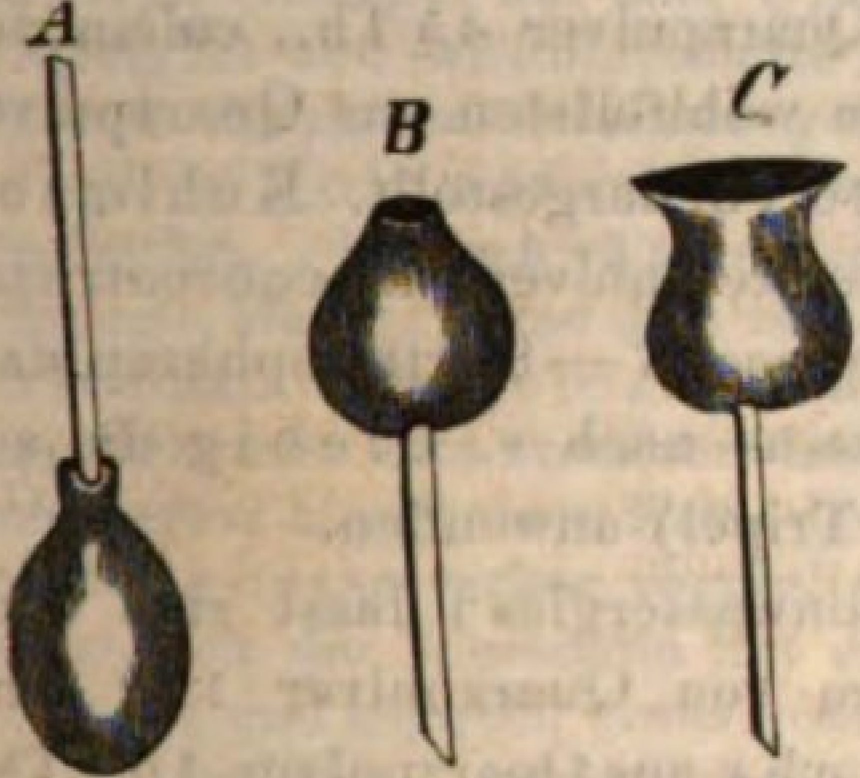


Fig. 104.

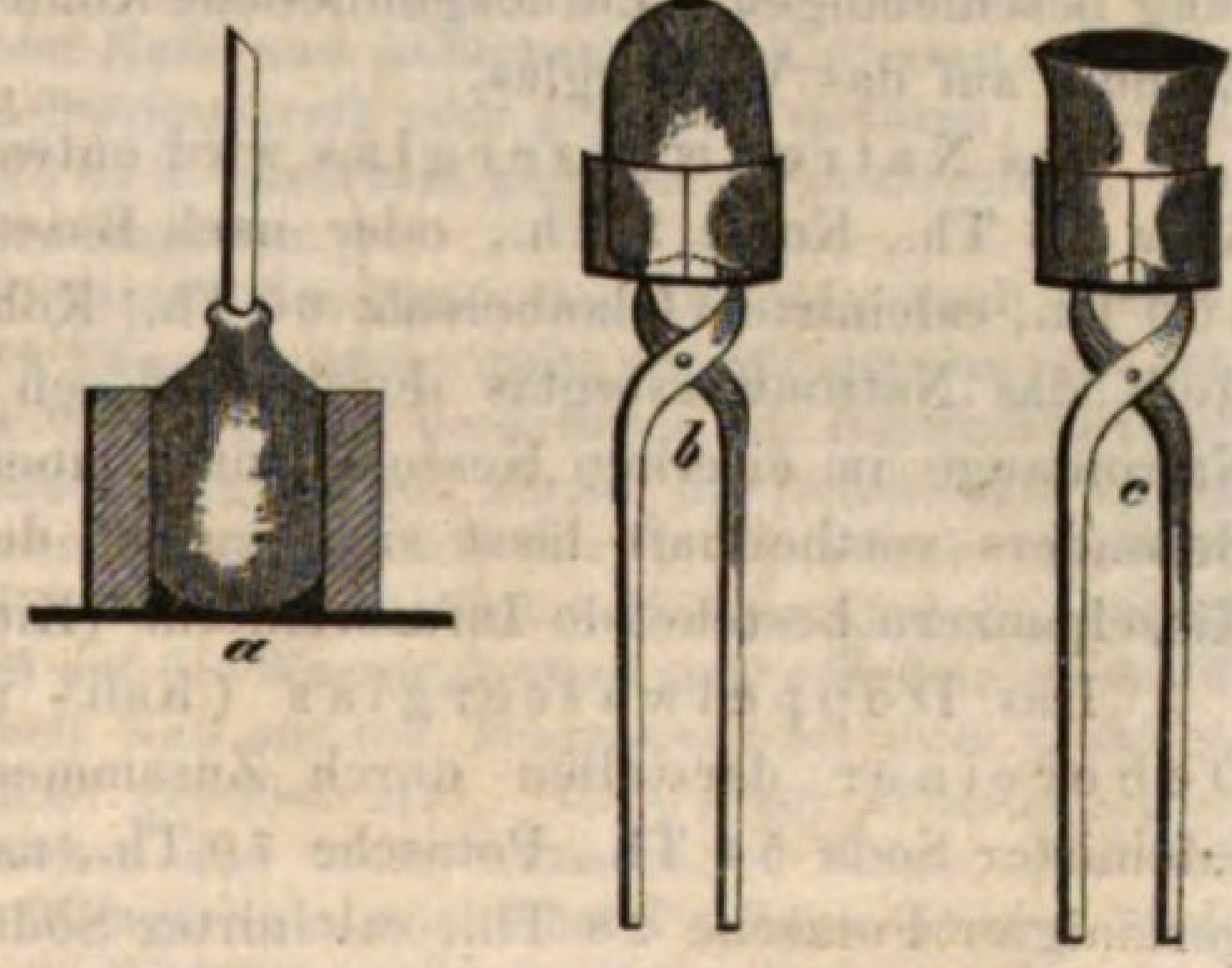
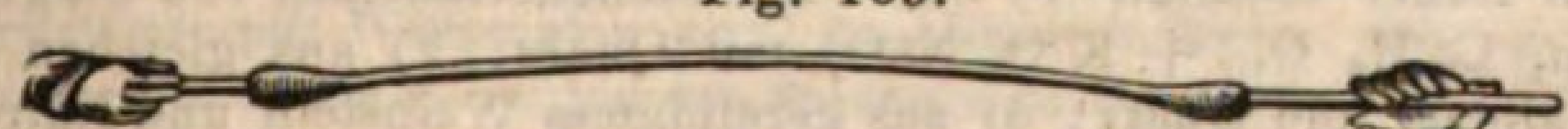


Fig. 105.



Gepresstes und gegossenes Glas. Mit dem Namen gepresstes oder gegossenes Glas bezeichnet man alle in Formen gefertigte verzierte Glasgegenstände, wenn man auch das Blasen dabei zu Hülfe nehmen musste. Die messingenen und gravirten Formen bestehen aus zwei oder mehreren Theilen. Glasgegenstände mit enger Mündung und tiefer Höhlung werden ganz so wie das gewöhnliche Hohlglas in diesen Formen aufgeblasen. Schalenförmige Gegenstände werden gepresst, indem man die zähflüssige Glasmasse in die untere Hälfte der Form bringt und durch die obere Hälfte kräftig aufpresst, wobei die überflüssige Glasmasse durch besondere Oeffnungen oder an den Seiten herausgepresst wird. Auf ähnliche Art stellt man massives gepresstes Glas wie Messerbänkchen u. s. w. dar. Die durch Pressen hervorgebrachten Verzierungen sind häufig kunstvoller als die geschliffenen und weit billiger herzustellen; es mangelt ihnen aber die Schärfe der Ecken und Kanten, so wie die der geschliffenen Waare eigenthümliche spiegelnde Oberfläche. Man sucht in neuerer Zeit diese Fehler dadurch zu vermeiden, dass man anstatt der rautenförmig gravirten Formen, die den sogenannten Brillantschliff imitiren sollten, Formen benutzt, welche den geschälten Schliff nachahmen, wodurch die Gläser gestreifte und glatte Flächen erhalten. In der Regel kommt das Glas schon aus der Form mit glänzender Oberfläche, die, wenn nöthig, durch geringe Nachhülfe durch Schleifen oder Poliren ihre höchste Vollkommenheit erlangt.

Das Wasserglas. Unter Wasserglas versteht man ein in Wasser lösliches kieselsaures Alkali. Dass eine Verbindung aus Kieselsand mit vielem Alkali an feuchten Orten zerfliesst, wusste v. Helmont bereits 1640. Dasselbe Präparat aus Kieselerde und Weinsteinsalz (kohlensaures Kali) zu bereiten, lehrte Glauber 1648 und gab ihm den Namen Kieselfeuchtigkeit. v. Fuchs entdeckte nun 1825 eine Verbindung von Kieselsäure mit Alkali, in welcher die Kieselerde vorherrschte, die zwar in Wasser sich löst, aber an der Luft nicht zerfliesst, eine Verbindung, die als Wasserglas bekannt ist und wichtige Anwendung gefunden hat.

Man unterscheidet vier Arten von Wasserglas:

a) Kaliwasserglas,
b) Natronwasserglas,
c) Doppelwasserglas,
d) Fixirungswasserglas.

Das Kaliwasserglas wird bereitet durch Zusammenschmelzen von Quarzpulver oder reinem Quarzsand 45 Th., Potasche 30 Th., Holzkohlenpulver 3 Th., und Lösen der geschmolzenen und gepulverten Masse durch Kochen in Wasser. Das

in der Flüssigkeit möglicherweise vorhandene Schwefelkalium wird durch Kochen derselben mit Kupferoxyd oder Kupferhammerschlag, oder auch Bleiglätte unschädlich gemacht. Der Zusatz von Kohle soll die vollkommene Austreibung der Kohlensäure durch Reduction derselben zu Kohlenoxyd bewirken und ausserdem die Schmelzung beschleunigen. Zurückgebliebene Kohlensäure äussert stets einen nachtheiligen Einfluss auf das Wasserglas.

Das Natronwasserglas wird entweder aus Quarzpulver 45 Th., calcinirter Soda 23 Th., Kohle 3 Th., oder nach Buchner am wohlfeilsten aus Quarzpulver 100 Th., calcinirtem Glaubersalz 60 Th., Kohle 15—20 Th. dargestellt. Kuhlmann stellt das Natronwasserglas durch Auflösen von Feuersteinpulver in concentrirter Natronlauge in eisernen Kesseln unter einem Drucke von 7—8 Atmosphären dar. Besonders vortheilhaft lässt sich anstatt des Feuersteins nach v. Liebig die aus Kieselpanzern bestehende Infusorienerde (Kieselguhr, Tripel) anwenden.

Das Doppelwasserglas (Kali- und Natronwasserglas) lässt sich nach Döbereiner darstellen durch Zusammenschmelzen von Quarzpulver 152 Th., calcinirter Soda 54 Th., Potasche 70 Th., nach v. Fuchs aus Quarzpulver 100 Th., gereinigter Potasche 28 Th., calcinirter Soda 22 Th., Holzkohlenpulver 6 Th.

Es lässt sich ferner erhalten 1) durch Zusammenschmelzen von Seignettesalz (weinsaures Kali-Natron, $C_8 H_4 O_{10} + K O, NaO$) mit Quarz; 2) aus gleichen Aequivalenten Kali- und Natronsalpeter und Quarz; 3) aus gereinigtem Weinstein und Natronsalpeter und Quarz. Es ist merklich leichter schmelzbar als jedes der vorhergehenden. Zum technischen Gebrauche kann man auch

3 Volumen concentrirter Kaliwasserglaslösung mit
2 „ „ Natronwasserglaslösung

mischen.

Mit dem Namen Fixirungswasserglas bezeichnet v. Fuchs eine Mischung von mit Kieselerde vollkommen gesättigtem Kaliwasserglas mit Natronkieselfeuchtigkeit (durch Zusammenschmelzen von 3 Th. calcinirter Soda mit 2 Th. Quarzpulver erhalten); es findet einzig und allein zum Fixiren der Farben in der Stereochromie Anwendung.

Das Wasserglas giebt in fein gepulvertem Zustande durch Kochen mit Wasser jene Auflösung, welche unter dem Namen präparirtes Wasserglas bekannt ist. Diese Lösung kommt im Handel 33grädig und 66grädig vor, womit angezeigt wird, dass in ersterem in 100 Gewichtstheilen 33 Gewichtstheile festes Wasserglas und 67 Gewichtstheile Wasser enthalten sind. Hieraus ergiebt sich dann, dass im 40grädigen der Wassergehalt 60 beträgt und im 66grädigen 34. Die Säuren, selbst die Kohlensäure, zersetzen die Wasserglaslösung und scheiden die Kieselerde daraus gallertartig aus; sie muss daher in gut verschlossenen Gefässen aufbewahrt werden.

Das Wasserglas hat in der Industrie vielfache und wichtige Anwendungen gefunden. Seine erste Benutzung fand es beim Münchner Hoftheater als Schutzmittel gegen das Feuer, indem es als Ueberzug für Gegenstände aus Holz, Leinwand, Papier, dieselben vor dem Verbrennen schützt. Man setzt zu der Wasserglaslösung irgend eine feuerfeste Körperfarbe, wie Thon, Kreide, Knochenerde, Glaspulver (namentlich von Bleiglas), Pulver von Hohofen- oder Frischschlacken, Flussspath, Feldspath u. s. w. Das 33grädige Wasserglas wird beim ersten Anstriche mit der doppelten Gewichtsmenge Regenwasser verdünnt. Man giebt mehrere Anstriche und lässt jeden Anstrich, bevor man einen neuen aufträgt, gut trocknen, wozu wenigstens 24 Stunden Zeit erforderlich sind. Zu den spätern Anstrichen bedient man sich einer starken Auflösung und zwar einer solchen, welche aus gleichen Gewichtstheilen Wasserglas von 33 Grad und Regenwasser besteht. Holz, Leinwand, Papier etc., welche mehrmals mit Wasserglas angestrichen wurden, brechen nicht mehr in Flammen aus, sondern verkohlen nur, gewinnen ausserdem bedeutend an Dauerhaftigkeit. Holz, welches dem freien Einflusse der Witterung ausgesetzt ist oder sich an feuchten Orten bei Mangel an Luftwechsel befindet, wird durch einen Wasserglasanstrich conservirt und gegen Schwamm und Wurmfrass gesichert.

Eine der vorzüglichsten und zu technischen Zwecken wichtigsten Eigenschaften des Wasserglases ist die zu binden und zu kleben: es dient daher, lockeren Massen Dichtigkeit

und stärkern Zusammenhang zu geben, getrennte Theile von Körpern zu vereinigen u. s. w., in welcher Beziehung es noch nicht die vielseitige Anwendung gefunden hat, deren es fähig ist. Es lässt sich in dieser Hinsicht mit dem Leim vergleichen und man könnte es einen mineralischen Leim nennen.

Kreide giebt mit Wasserglaslösung eine sehr compacte Masse, welche beim Austrocknen fast Marmorhärte erhält. Hierbei findet keine chemische Wechselwirkung, keine Umsetzung der Bestandtheile zu kieselsaurem Kalk und kohlensaurem Kali statt; das Erhärten ist entweder nur eine Wirkung der Adhäsionskraft oder geschieht dadurch, dass das Wasserglas und der kohlensaure Kalk direct, d. h. ohne sich gegenseitig zu zersetzen, eine schwach chemische Verbindung mit einander eingehen.

Der Dolomit scheint hinsichtlich der bindenden Kraft den Kalkstein noch etwas zu übertreffen. Der phosphorsaure Kalk (Knochenerde) giebt mit Wasserglas eine sehr compacte Masse, ohne dass eine chemische Wirkung oder Umsetzung der Bestandtheile dabei statthat. Mit gelöschtem Kalk zusammengerieben, kommt das Wasserglas schnell zum Gerinnen und trocknet dann langsam zu einer ziemlich harten Masse aus; es bildet sich hierbei kieselsaurer Kalk und das Kali wird ausgeschieden. Zinkoxyd (Zinkweiss) und Magnesia wirken vorzüglich energisch auf das Wasserglas und zwar offenbar chemisch, indem sich die Kieselerde mit einem Antheil Kali mit der Magnesia oder dem Zinkoxyd verbindet und zugleich etwas kohlensaures Kali gebildet wird. Gyps mit Wasserglas zusammengerieben, kommt sogleich ins Stocken und beim Austrocknen wittert sehr bald schwefelsaures Kali oder Natron in grosser Menge aus; nach dem Trocknen ist die Masse kaum fester als der gewöhnliche Gyps. Dieses Verhalten zeigt deutlich, dass man aus Gyps gefertigte Gegenstände mit Wasserglas nicht imprägniren kann, um sie fester und luftbeständiger zu machen, indem es wegen des Stockens in dieselben nicht eindringen kann.

Eine wichtige Anwendung des Wasserglases ist die zum Anstrich von Steinen und Mörtelwänden, so wie zur Herstellung von künstlichen Steinen und zur Fabrikation von hydraulischem Kalk. Als Kitt für Steine, Glas und Porcellan ist das Wasserglas ebenfalls beachtenswerth.

Stereochromie. Eine der interessantesten und wichtigsten Anwendungen des Wasserglases ist unstreitig die zum Malen in einer neuen Art von Frescomalerei, welche v. Fuchs Stereochromie (von στερεος, fest, dauerhaft, und χρωμα, Farbe) genannt worden ist. Bei dieser Malart bildet das Wasserglas das Bindemittel der Farben und ihrer Grundlagen.

Bei der Stereochromie oder der Wand- und Monumentmalerei auf Mörtelgrund ist besonders auf das Fundament, nämlich auf den Mörtelgrund, Untergrund und Obergrund Bedacht zu nehmen. Es ist dabei wesentlich, dem Grund durch und durch gleiche steinartige Beschaffenheit zu geben und ihn gleichsam mit der Mauer zu verschmelzen. Der erste Bewurf oder Untergrund wird mit Kalkmörtel gemacht. Den so hergestellten Bewurf lässt man nicht nur gut austrocknen, sondern auch mehrere Tage der Luft ausgesetzt, damit er daraus Kohlensäure anziehen kann. Ist der Mörtel vollkommen getrocknet, so bringt man das Wasserglas in Anwendung, womit er getränkt wird. Man wendet Natron- oder Doppelwasserglas an, versetzt mit so viel Natronkieselfeuchtigkeit, dass es nicht opalisirend, sondern ganz klar ist. Nachdem der Untergrund auf diese Weise befestigt ist, bringt man den Obergrund, welcher das Bild aufnehmen soll, an, welcher von ähnlicher Beschaffenheit wie der Untergrund, ungefähr eine Linie dick auf den Untergrund möglichst eben aufgetragen und wenn er trocken geworden, mit einem scharfen Sandstein abgerieben wird, um die dünne Lauge von kohlensaurem Kalk, welche sich beim Austrocknen gebildet hat und das Einsaugen der Wasserglaslösung verhindern würde, wegzunehmen und zugleich der Oberfläche die erforderliche Rauheit zu geben. Sobald der Obergrund ausgetrocknet ist, imprägnirt man ihn mit Wasserglas, um ihm gehörige Consistenz zu geben und ihn mit dem Untergrunde zu verschmelzen. Auf den vollkommen trockenen Obergrund werden die Farben blos mit reinem Wasser unter öfterem Anspritzen der Mauer mit reinem Wasser aufgetragen. Es ist dann weiter nichts mehr übrig, als die Farben gehörig zu fixiren, wozu das oben erwähnte Fixirungswasserglas bestimmt ist. Da aber die Farben nur sehr schwach haften und den Gebrauch des Pinsels nicht gestatten, so wird das Wasserglas in Form eines feinen Regens und Nebels mit einer Staubspritze auf das Gemälde gespritzt. Sind die Farben gut fixirt, so ist das Gemälde fertig. Zum Schluss wird es nach ein paar Tagen mit Weingeist abgewaschen, wodurch Schmutz und Staub nebst etwas frei gewordenem Alkali weggenommen werden.

Als Malgrund empfiehlt Fuchs einen Wasserglasmörtel, bestehend aus einem Ge-

menge von Wasserglaslösung mit gepulvertem Marmor, Dolomit, Quarzsand und an der Luft zerfallenem Kalk. Als stereochromische Farben verwendet man: Zinkweiss, Chromgrün (Chromoxyd), Kobaltgrün (Rinmann's Grün), Chromroth (basisch chromsaures Bleioxyd), Zinkgelb, Eisenoxyd (hellroth, dunkelroth, violett und braun), Schwefelcadmium, Ultramarin, Ocker (Hellocker, Fleischocker, Goldocker), Terra de Siena, Umbra u. s. w. Zinnober ist zu verwerfen, weil er im Lichte braun und zuletzt ganz schwarz wird. Kobaltultramarin zeigt sich nach dem Fixiren merklich heller und ist daher in der Stereochromie nicht anzuwenden.

Die Stereochromie ist als eine ganz neue Malart zu betrachten, insofern bei ihr ein von den bei allen Malarten gebräuchlichen verschiedenes Bindemittel angewendet wird; ihre Auszeichnung, abgesehen von der artistischen Vollkommenheit, beruht in dem Malgrunde, wodurch sie fähig ist, unter jedem Himmelsstriche auszuhalten und vielen sonst schädlichen Einflüssen — Rauch, sauren Dämpfen, dem grellsten Wechsel der Temperatur, Hagel u. s. w. zu widerstehen, welche den Fresken verderblich sein würden. Das Wasserglas als Bindemittel, wodurch nicht nur der Malgrund befestigt, sondern mit diesem zugleich die Farben gleichsam verschmolzen und verkieselt werden, macht das Wesen dieser Malart aus, wodurch sie der Frescomalerei bedeutend überlegen ist, deren Grund aus gewöhnlichem Kalkmörtel besteht.

Bleihaltiges Glas. Unter Krystallglas (Krystall) versteht man gegenwärtig allgemein bleihaltiges Kaliglas. Früher bezeichnete man mit diesem Namen das gemeine (böhmische) Kali-Kalkglas, das auch jetzt noch zuweilen leichtes Krystallglas zum Unterschied von dem schweren bleihaltigen genannt wird.

Das Krystallglas wurde zuerst in England dargestellt. Seine Einführung steht in innigem Zusammenhange mit der Anwendung der Steinkohlen als Brennmaterial in den Glashütten (1635). Da man wahrnahm, dass der Steinkohlenrauch die reine Farbe des Glases beeinträchtigte, so bedeckte man die Schmelzhäfen mit einer Kuppel, wodurch sie die Gestalt einer kurzhalsigen Retorte erhielten. Wenn nun auch hierdurch der Zutritt des Rauches verhindert war, so ergab sich doch ein anderer Nachtheil, indem in den bedeckten Häfen nicht die hohe Temperatur erzielt werden konnte, die zum Schmelzen der Glasmasse erforderlich war. Man musste der Masse grössere Mengen von Alkali zusetzen, wodurch aber wieder die Qualität des Glases abnahm. Um ein allen Anforderungen entsprechendes Glas darzustellen, musste eine Substanz ausfindig gemacht werden, durch welche die Glasmasse leichter schmelzbar wurde, ohne dadurch, wie nach dem Zusatz von grösserer Menge von Potasche, ein an der Luft zerfliessliches und im Wasser lösliches Glas zu erhalten; eine derartige Substanz fand man auch in der That in dem Bleioxyd. Man erhielt durch die Anwendung von Bleioxyd ein schönes und glänzendes Glas, das gegenwärtig für alle Gegenstände, wo Farblosigkeit, Glanz neben starkem Lichtbrechungsvermögen verlangt werden, Anwendung findet.

Als Glassatz für Krystallglas seien folgende Mischungen angeführt:

Bei Steinkohlenfeuerung in bedeckten Häfen:

Sand	300
Potasche	100
Glasbrocken	300
Mennige	200
Braunstein	0,45
Arsenige Säure	0,60

In den Glashütten zu Edinburg und Leith wendet man folgenden Satz an:

Vorher geschlämmter und gut gebrannter Sand	300
Potasche	100
Mennige	150
Bleiglätte	50
kleine Mengen Braunstein oder arseniger Säure.	

Um das Glas flüssiger zu machen, wird etwas Salpeter zugesetzt, aber nicht in zu grosser Menge, weil sonst die Schmelzhäfen leiden.

Wenn während des Glasschmelzens Alkali sich verflüchtigt, so rührt dies stets davon her, dass das Alkali in unrichtigem Verhältnisse und zwar im Ueberschusse angewendet wurde. Es ist daher im Allgemeinen anzurathen, zum Glassatze nur so viel Alkali zu bringen, als man in der Glasmasse zu behalten wünscht und nicht mehr. Dumas empfiehlt das Krystallglas aus 300 Sand, 200 Mennige und 95 oder 100 trockener Potasche zu schmelzen. Von der Voraussetzung ausgehend, dass beim Schmelzen kein Verlust stattfindet, sind die geeignetsten Mischungsverhältnisse folgende:

Kieselerde	57,4	57
Bleioxyd	36,3	36
Kali	6,3	7
	100,0	100

Die Schmelzzeit dauert 12—16 Stunden mit Inbegriff der Läuterungszeit, nach der Beschaffenheit des Ofens und der Regelmässigkeit der Heizung. Nach der Schmelzung wird abgeschäumt und sogleich zur Verarbeitung des Glases geschritten.

Das Krystallglas wird auf dieselbe Weise wie das gewöhnliche Glas verarbeitet, kann aber leichter gehandhabt werden als letzteres, weil es leichtflüssiger ist und nicht so leicht entglast, weshalb es häufiger als das gewöhnliche Glas im Feuer angewärmt werden kann.

Die Krystallglasgegenstände werden, sowie sie aus der Hand des Arbeiters kommen, sogleich in den Kühlofen gebracht und wegen der Dicke des Glases sehr allmälig gekühlt. Zu diesem Zwecke befinden sich in dem Kühlofen zwei eiserne Schienen, auf denen Bleche oder Platten ruhen, auf welche die zu kühlenden Gläser gelegt werden und welche vermittelst Haken aneinander gehängt werden können. Man bringt das Glas zuerst in den heissesten Theil des Kühlofens auf ein Blech oder eine Platte, die man an die früher eingelegte anhängt, während man am entgegengesetzten kältesten Theile des Ofens die erste Platte, mit welcher man die übrigen gegen diese Seite hingezogen hat, nebst den darauf befindlichen Glasgegenständen hinwegnimmt.

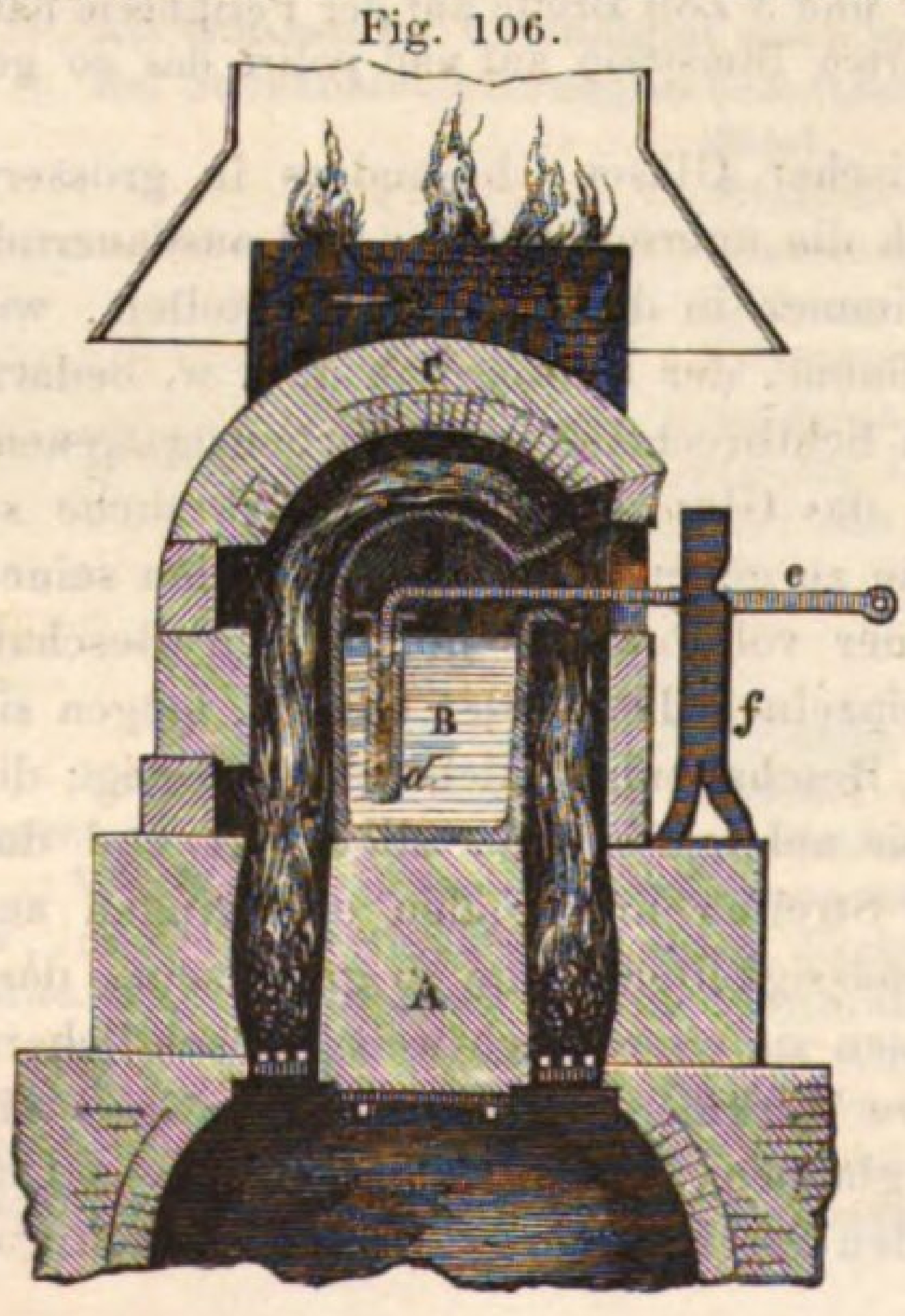
Schleifen. Das Krystallglas wird entweder in Messingformen gepresst oder geschliffen. Seiner geringen Härte wegen eignet es sich zum Schleifen besser als jedes andere Glas. Die Schleifbank hat im Wesentlichen die Construction einer Drehbank. Die Schneidescheibe ist von Gusseisen und auf der Peripherie gut abgedreht; über derselben befindet sich in einem Bottich mit Wasser angerührter und feingeschlämmter Sand. Durch einen geöffneten Hahn fallen unaufhörlich sandhaltige Tropfen auf die Schneidescheibe. Die Arten der Schliffe sind äusserst mannichfaltig. Der bekannteste ist der Brillantschliff, ferner der gemuschelte Schliff, der Schliff mit scharfer Kante, mit Walzen, der fischschuppenartige, der geschälte (mit concaven Einschnitten), der matte Schliff, der Silberschliff u. s. w. Die geschliffenen Stellen sind rauh und werden deshalb auf der steinernen Glättscheibe weiter behandelt. Für die angeschliffenen Brillanten ist die Peripherie der Scheibe keilartig geformt, für die glatten Würfel aber ist die Peripherie flach. Ueber diesen Scheiben befindet sich ein mit Hähnen versehenes Wasserreservoir, aus welchem während des Schleifens Wasser auf die Scheibe läuft. An der Seite der Scheibe ist ein Schwamm befestigt, welcher die Oberfläche des Steines fortwährend rein erhält. Die glattgeschliffenen Stellen werden nun auf der hölzernen Polirscheibe (aus Lindenholz), deren Holzfasern in der Richtung der Drehungsaxe laufen, polirt. Zum Poliren wendet man auch Holzscheiben mit Filz überzogen, sowie Korkscheiben an. Die letzte Politur erhalten die Gläser erst auf der Bürstscheibe, welche 6 Fuss im Durchmesser und 3 Zoll Breite auf der Peripherie hat. Man trägt auf diese Bürste mit Wasser angerührten Bimsstein auf und polirt das so geschliffene Glas fertig.

Optisches Glas. Die Herstellung guter optischer Gläser, besonders in grössern Dimensionen, ist so schwierig, dass selbst durch die unermüdlichsten und ausdauerndsten Arbeiten es doch nicht gelungen ist, sie immer in der Weise herzustellen, wie sie der Optiker, der Mikroskopiker, der Astronom, der Photograph u. s. w. bedarf. Durchsichtigkeit, Härte, ein grosser Grad von lichtbrechender und farbenzerstreuender Kraft, Eigenschaften, welche überhaupt das Glas zu optischem Gebrauche so schätzbar machen, sind dem Glase ohne Mühe zu geben; allein die zu allen seinen Anwendungen so wesentliche Bedingung einer vollkommen homogenen Beschaffenheit ist nicht so leicht zu erfüllen. Die einzelnen Theile des Glases, mögen sie noch so tadelfrei sein, wirken ohne homogene Beschaffenheit nicht gleichförmig; die Lichtstrahlen werden von der Richtung, die sie nehmen sollen, abgelenkt und das Glasstück wird dadurch unbrauchbar. Die Streifen und Fäden entspringen aus solcher Ungleichheit. Können diese Unregelmässigkeiten schon so gross sein, dass man sie mit blossem Auge wahrnimmt, so müssen sie einen noch weit beträchtlichern Nachtheil in Fernröhren ausüben, da hier ihre Wirkung bedeutend vergrössert erscheint. Es wäre ein Irrthum, wollte man glauben, dass diese Streifen von Unreinigkeiten herrühren. Sowol in als neben den Streifen würde das Glas gleich gut

zum optischen Gebrauch sein, wenn es nur überall von gleicher Beschaffenheit wäre. Aber in der Ungleichheit eben liegt der Fehler und in dieser Beziehung ist die Zusammensetzung selbst von sehr geringem Belange. Da das Glas aus Materialien besteht, die an Brechkraft verschieden sind, so muss es während seiner Herstellung immer einen Zeitpunkt geben, wo Streifen vorhanden sind. Man hat also weniger dahin zu trachten, gerade die Verhältnisse zu erlangen, welche in einmal gut erkanntem optischen Glase durch die Analyse aufgefunden wurden, als vielmehr einen Process zu entdecken, durch welchen die Streifen jener Periode vor der Vollendung des Glases vernichtet und neue verhindert werden. Ausser diesen Mängeln giebt es noch andere im Glase. Zuweilen ist es, wie man sagt, wellig, wenn es in seiner Masse das Ansehen von Wellen hat; doch ist dies nur eine Abänderung jener Unregelmässigkeit, welche in höherm Grade als Streifen erscheint. Hin und wieder bemerkt man auch Anzeigen besonderer Structur und Krystallisation oder einer unregelmässigen Spannung seiner Theile, welche Fehler aber höchst wahrscheinlich durch sorgfältiges Abkühlen vermieden werden können. Ferner schliesst das Glas zuweilen Blasen ein, welche einen Lichtverlust veranlassen, gerade so wie es dunkle Flecke von gleicher Grösse gethan haben würden. Unter allen Fehlern ist der, welcher die Streifen und Wellen hervorbringt, am schwersten zu vermeiden, leichter noch bei dem bleifreien optischen Glase, dem Kronglase (Crownglas), als bei dem Flintglase.

Das Flintglas besteht zum Drittel seines Gewichts aus Bleioxyd, wodurch es nicht nur so hohes spec. Gewicht, sondern auch dasjenige Verhältniss von Lichtbrechungs- und Zerstreuungsvermögen erhält, wodurch es mit dem Kronglase combinirt, die so wichtige achromatische Combination bildet. Das Flintglas ist ferner sehr leichtflüssig und besitzt die Eigenschaft, andere Stoffe mit Leichtigkeit aufzulösen, wodurch die Bildung von Streifen sehr befördert wird. Der geringste Unterschied in der Zusammensetzung benachbarter Theile wird sogleich sichtbar. Eine Variation in den Mischungsverhältnissen, welche bei dem gewöhnlichen Glase keine durch das Auge wahrnehmbare Wirkung hervorbringt, erzeugt beim Flintglase bereits starke Streifen. Deshalb muss hier die Mischung viel inniger sein, als bei den übrigen Glasarten, allein es liegt in der Natur der Materialien, sie nur noch unvollkommener zu machen. Das Bleioxyd ist so schwer und zugleich so leichtflüssig, dass es schmilzt und zu Boden sinkt, wenn noch die leichteren Substanzen im obern Theile des Schmelzhafens angehäuft liegen; unter den gewöhnlichen Umständen ist die Mischung so unvollkommen, dass man aus dem oberen und unteren Theile eines Glashafens Glas von sehr verschiedenem specifischen Gewicht erhält.

Fig. 106.

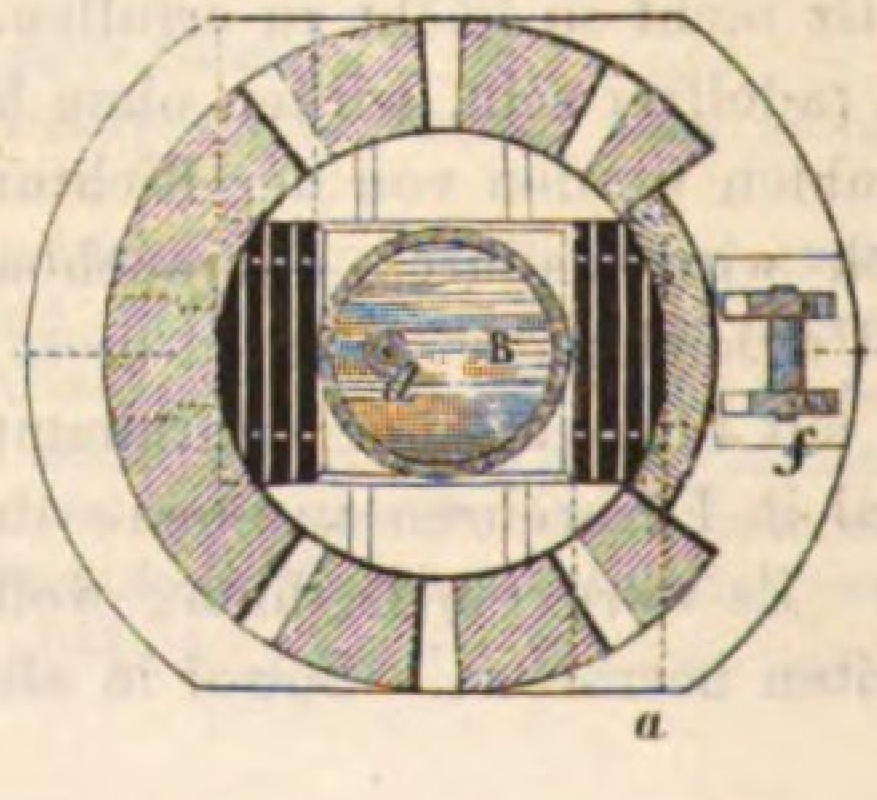


Bontemps zu Choisy-le-Roi bei Paris verfährt bei der Anfertigung von Flintglas auf folgende Weise: Ein Glassatz, bestehend aus

200 Kilogr. weissem Sand,
200 „ Mennige,
60 „ calcinirter Soda,

wird bei Steinkohlenfeuerung in einem kleinen Schmelzofen, von welchem Fig. 106 den verticalen, Fig. 107 den horizontalen Durchschnitt

Fig. 107.



zeigt, geschmolzen. Der Ofen enthält nur einen bedeckten Schmelzhafen *B*, der auf der Bank *A* steht. *a*, *a* sind die Schüröffnungen, *c* ist ein eiserner Rührer, der in einem Cylinder aus unschmelzbarem Thon *d* befestigt ist. *f* dient zum Tragen des Rührhakens. Nachdem der in getrennten Portionen nach und nach eingetragene und geschmolzene Satz nach etwa 14 Stunden in gleichmässigen Fluss gekommen ist, wird der vorher bis zum Rothglühen erhitzte Rührer in den Hafen gebracht, um die verschiedenen Schichten der Glasmasse mit einander zu mengen und zugleich die Blasenbildung zu befördern. Nach ungefähr fünf Minuten entfernt man die Eisenstange, während der Thonrührer in der Glasmasse bleibt. Man schliesst den Tiegel und schürt von Neuem. Nach etwa fünf Stunden wird wieder gerührt und von nun an das Rühren jede Stunde vorgenommen. Während dieser Zeit wird zwei Stunden lang kalt geschürt, damit die Blasen entweichen können. Darauf wird wieder heiss geschürt; sobald die Masse sehr dünnflüssig ist, wird unter beschränktem Luftzutritt fortwährend gerührt, bis die Masse zähflüssig geworden ist. Darauf entfernt man den Thonrührer und lässt den gut verschlossenen Ofen acht Tage lang zum Abkühlen stehen. Nach Ablauf dieser Zeit werden nun der Glasmasse zwei gegenüberstehende Flächen angeschliffen und polirt, um im Innern der Masse die fehlerfreien und gleichförmigen Stücke zu erkennen und herauszuschneiden. Häufig findet man die Glasmasse nach dem Erkalten in viele Stücke zersprungen; die grössern Stücke zertheilt man durch gelindes Anschlagen mit dem Hammer noch weiter, wobei sie sich wahrscheinlich zum Theil nach Maassgabe ihrer Gleichartigkeit absondern. Diese Glasstücke werden dadurch zu Scheiben, aus welchen die optischen Linsen geschliffen werden, umgeformt, dass sie, nachdem man die scharfen Kanten und Ecken davon abgeschlagen hat, unter einer Muffel, auf einer mit feinem Sand bestreuten Schale oder auf einem irdenen Teller mit hohem Rande, bis zum gleichförmigen Erweichen erhitzt werden und sich in jener Form scheibenähnlich ausbreiten.

Die zweite Art des optischen Glases, das bleifreie Kronglas (Crownglas) besteht nach Bontemps aus 120 Th. Sand, 35 Th. Potasche, 20 Th. Soda, 15 Th. Kreide und 1 Th. arseniger Säure.

Bei Linsen aus Flintglas ist das Lichtbrechungsvermögen am grössten, leider aber auch die Farbenzerstreuung am bedeutendsten, sodass die damit hervorgebrachten Bilder stets einen farbigen Rand besitzen, was jede genaue Beobachtung hindert. Bei bleifreien Gläsern (Kronglas) ist das Brechungsvermögen, aber auch die Farbenzerstreuung weit geringer. Combinirt man daher eine convexe Linse von Flintglas mit einer concaven von Kronglas, so erhält man unter allen Umständen ein farbloses Bild, da die Farbenzerstreuung des Flintglases compensirt worden ist. Eine solche Combination zweier Linsen heisst eine achromatische Linse.

Strass. Die Nachahmung von Edelsteinen (die Fabrikation künstlicher Edelsteine oder Amausen) ist ein interessanter Zweig der Glasfabrikation, der schon früh — in Aegypten und Griechenland — eine sehr hohe Stufe der Vollkommenheit erreicht hatte. Gegenwärtig hat man es so weit gebracht, dass man alle Edelsteine, mit Ausnahme des edlen Opals, nachzuahmen im Stande ist. Man nennt die zur Fabrikation der künstlichen Edelsteine dienende Masse Strass oder Mainzer Fluss und die Edelsteine selbst *Pierres de Strass*, die man in Frankreich so ausgezeichnet darstellt, dass sie das Auge des Kenners zu täuschen im Stande sind und man zur Feile und Waage greifen muss — sie sind weniger hart, aber weit schwerer als die ächten Steine — um sich zu überzeugen, ob man es mit einem Mineral oder mit einem Kunstprodukt zu thun hat.

Die Basis aller dieser Edelsteine ist ein farbloser Strass, welcher aus einem Boro-Silicat des Kalis, Natrons und Bleioxydes besteht und mehr Bleioxyd enthält als das Flintglas. Douault-Wieland fand bei der Analyse von farblosem Strass:

Kieselerde	38,1
Thonerde	1,0
Bleioxyd	53,0
Kali	7,9
Borax / Arseniksäure	Spuren
	100,0

Diese Analyse führt zu der Formel

$$3\ KO,\ 4\ Si\ O_3 + 3\ (3\ Pb\ O,\ 4\ Si\ O_3).$$

Durch Färben des Strass will man die in der Natur vorkommenden Edelsteine nachahmen. Hauptbedingung ist dabei die grösstmöglichste Aehnlichkeit mit den natürlichen Edelsteinen. Daraus ergiebt sich, dass nicht allein die Farben, sondern auch deren Intensität bei der Fabrikation von Strass genau vorgeschrieben ist. Die Materialien müssen fein gepulvert und dann durch wiederholtes Sieben aufs Vollkommenste mit einander gemengt werden. Um die Masse ohne Streifen und Blasen gleichförmig geschmolzen zu erhalten, müssen die sorgfältig gemengten Materialien in den besten Tiegeln bei allmälig verstärktem Feuer geschmolzen werden. Ist die höchste Temperatur erreicht, so muss dieselbe gleichmässig erhalten und die Masse 24—30 Stunden lang im Feuer gelassen werden, damit sich die Masse zugleich abkühle.

Topas wird erhalten aus weissem Strass 1000, Antimon 40, Goldpurpur 1. Auch mit Eisenoxyd lässt sich Topas erhalten: Strass 1000, Eisenoxyd 1. Rubin lässt sich aus der Topasmasse darstellen, indem man 1 Th. derselben mit 8 Th. Strass in einem hessischen Tiegel schmilzt und die Temperatur des Ofens dreissig Stunden lang erhält. Einen weniger schönen Rubin erhält man aus Strass 1000, Mangansuperoxyd 25. Smaragd ist am leichtesten darzustellen. Folgende Mischung ist zur Nachahmung des natürlichen Smaragdes sehr geeignet: Strass 1000, Kupferoxyd 8, Chromoxyd 0,2. Durch grösseren Zusatz von Kupferoxyd und Chromoxyd und indem man zugleich etwas Eisenoxyd zusetzt, lässt sich die grüne Nüance abändern und ein dunklerer Smaragd erzeugen, welcher Aehnlichkeit mit dem Peridot hat. Saphir wird erhalten aus Strass 1000, reinem Kobaltoxyd 15. Amethyst wird mit folgender Mischung dargestellt: Strass 1000, Mangansuperoxyd 8, Kobaltoxyd 5, Goldpurpur 0,2. Aquamarin oder Beryll aus Strass 1000, Antimonglas 7, Kobaltoxyd 0,4. Karfunkel oder syrischer Granat aus Strass 1000, Antimonglas 500, Goldpurpur 4, Mangansuperoxyd 4.

Es ist leicht einzusehen, dass die Herstellung von künstlichen Edelsteinen, was die zum Färben angewendeten Metalloxyde betrifft, noch keineswegs ihre Vollendung erreicht hat. Wenn man anstatt oder neben dem Bleioxyde Wismutoxyd, Zinkoxyd, kohlensauren Baryt und kohlensauren Strontian, neben den kieselsauren und borsauren Salzen auch phosphorsaure und Fluormetalle anwenden würde, so liessen sich ohne Zweifel mannichfache brauchbare und werthvolle Gläser herstellen. Ganz dasselbe lässt sich auch auf die färbenden Metalloxyde beziehen. Durch die Ausbildung der Löthrohrprobe hat man eine grosse Anzahl von prachtvoll gefärbten Glasperlen kennen gelernt, deren Nüance eine andere ist, je nachdem reducirende oder oxydirende Einwirkung vorhanden ist. Die Fabrikation der künstlichen Edelsteine und die der gefärbten Gläser überhaupt hat von der Existenz gewisser färbender Metalloxyde noch keine Notiz genommen, sonst würde man sich nicht erklären können, warum Wolframsäure, Molybdänsäure, Titansäure, Chromsäure (nicht Chromoxyd) und Chromoxydul, Schwefelnatrium, Kohle u. s. w. bis jetzt noch keine Anwendung fanden.

Gefärbtes Glas und Glasmalerei.

Die gefärbten Gläser theilt man ein in solche, die durch ihre ganze Masse hindurch gefärbt sind und solche, bei denen ein ungefärbtes Glas mit einer Schicht des gefärbten Glases überzogen ist. Letzteres Glas heisst Ueberfangglas. Die letztere Methode der Darstellung von gefärbten Gläsern wendet man bei solchen Metalloxyden an, welche wie das Kupferoxydul, Kobaltoxydul, Goldoxyd, zum Theil auch das Manganoxyd die Glasmasse so intensiv färben, dass dieselbe schon bei geringer Dicke fast undurchsichtig erscheint. Indem die dünne Schicht des gefärbten Glases stellenweise hinweggeschliffen wird, erhält man eine jetzt sehr beliebte Verzierung geschliffener Glaswaaren.

Die Herstellung des Ueberfangglases (Tafelglas und Hohlglas) geschieht auf folgende Weise: Man bringt in den Ofen zwei Glashäfen, in dem einen bleihaltiges Glas, in dem andern das gefärbte Glas, das zum Ueberfangen dienen soll. Wir wählen als Beispiel

durch Kupferoxydul roth gefärbtes Glas, bestehend aus bleihaltigem Glase, Kupferoxydul und Zinnoxydul. Letzteres schützt das Kupferoxydul vor seiner Oxydation zu Oxyd, welches das Glas grün färben würde. Zusatz von etwas Eisenoxydul macht das Glas scharlachroth. Der Glasmacher taucht die Pfeife zuerst in das rothe Glas, jedoch so, dass nur wenig Glasmasse an der Pfeife hängen bleibt, darauf in das weisse Glas, von welchem so viel herausgenommen wird, als zur Herstellung der Walze oder des Cylinders erforderlich ist. Die Glasmasse wird dann wie gewöhnlich aufgetrieben und in Tafelglas umgewandelt. Behufs des Ueberfangens von Hohlglas verarbeitet man das rothe Glas in dem Hafen zu etwa zollstarken Zapfen, welche nun bei der Arbeit im Glasofen so weit erhitzt werden, dass man davon Stücke mit der Scheere abschneiden kann. Man unterscheidet Ueberfangen von Aussen und Ueberfangen zwischen zwei Schichten. Im ersteren Falle wird ein weisser Glasklumpen an die Pfeife genommen und mittelst eines flachen eisernen Werkzeuges, des Streicheisens, das abgeschnittene Stück rothen Glases durch Streichen und Anwärmen so gleichförmig als möglich ausgebreitet. In dem zweiten Falle wird nur eine sehr kleine Menge weissen Glases herausgenommen, auf dieser das rothe Glas ausgebreitet und über diesem durch Eintauchen in weisses Glas ein genügend grosser Glasklumpen gebildet. Wird nun der Kolben aufgeblasen, so dehnen sich beide Gläser gleichmässig aus.

Rothe farbige Gläser erzeugt man durch Goldpurpur, durch Kupferoxydul und durch Eisenoxyd. Vermittelst Goldpurpur wird das Gold- oder ächte Rubinglas erzeugt. Durch Zusatz von Silber und Antimonpräparaten lassen sich fast alle Nüancen des Rothen vom Rosa bis zum Purpurroth hervorbringen. Man war lange Zeit hindurch der Meinung, dass das Rubinglas durch kein anderes Goldpräparat als durch Goldpurpur erzeugt werden könne. Fuss hat jedoch vor etwa zwanzig Jahren gezeigt, dass man ein eben so gutes Rubinglas erhalte, wenn man den Satz oder vielmehr den dazu angewendeten Satz mit einer Lösung von Goldchlorid befeuchte. Wenn das durch Zusammenschmelzen vorstehenden Satzes erhaltene Goldglas rasch erkaltet, so ist es, ebenso wie das Kupferoxydulglas, farblos. Wird es darauf gelinde erwärmt, jedoch nicht bis zum Erweichen, so entwickelt sich plötzlich die prachtvolle Rubinfarbe. Man nennt diesen Vorgang das Anlaufen des Glases; es findet eben so gut im Sauerstoffgas, als im Wasserstoff- und Kohlensäuregas statt.

Das zur Herstellung des Kupferoxydulglases dienende Kupferoxydul wird durch Glühen von Kupferabschnitzeln dargestellt, oder es wird dazu der Kupferhammerschlag benutzt, welcher zum grossen Theil aus dieser Oxydationsstufe besteht. Als Basis benutzt man bleihaltiges Glas, zu welchem man etwa 3 pCt. Kupferoxydul setzt. Da letzteres grosse Neigung hat, in Kupferoxyd überzugehen und dadurch das Glas grün zu färben (das Durchgehen des Glases), so sind geringe Mengen reducirender Mittel anzuwenden, man verwendet hierzu Eisenhammerschlag, Eisenfeile, Russ, Weinstein oder das Polen mit frischem Holze. Das Kupferglas ist nach dem Erkalten farblos mit einem Stich ins Grünliche. Durch das Anlaufen entsteht auch hier erst die rothe Farbe. Eisenoxyd erzeugt ein häufig angewendetes Roth. Man benutzt es in Gestalt von reinem Oxyd, von Blutstein, Ocker oder Röthel. Gelb wird hervorgebracht, und zwar topasgelb, durch antimonsaures Kali oder auch Antimonglas. Chlorsilber, borsaures Silberoxyd und Schwefelsilber geben ebenfalls gelb. Uranoxyd giebt grünlichgelb. Ordinäres ins Braunrothe sich ziehendes Gelb wird durch Eisenoxyd erhalten. Blau wird erzeugt durch Kobaltoxyd, seltner durch Kupferoxyd; Grün durch Chromoxyd, Kupferoxyd und endlich Eisenoxydul, welches letztere indessen ein Grün von wenig Feuer und Reinheit liefert; Violett durch Manganoxyd (Braunstein und Salpeter); Schwarz durch viel Eisenoxydul, namentlich mit einem Zusatze von Kupferoxyd, Braunstein und Kobaltoxydul; ein schöneres Schwarz erhält man durch Iridiumsesquioxyd. Interessant ist die Wirkung der Schwefelalkalien auf die Farbe des Glases. Früher war man der Ansicht, dass in dem gelben Glas, welches man erhält, wenn man eine verkohlbare Substanz, z. B. Weinstein, Birkenholz etc. zum gewöhnlichen weissen Glase mischt, die entstehende gelbe Färbung von der Kohle herrühre. Splitgerber hat dagegen gezeigt, dass diese gelbe Farbe vom Schwefel herrührt, welcher aus den die angewandte Potasche und Soda verunreinigenden schwefelsauren Salzen stammt.

Glasmalerei. Schon in sehr früher Zeit versuchte man farbige Gläser zu Figuren und andern Gegenständen zusammenzusetzen, gerade so wie man es bei den römischen Fussböden mit farbigen Steinen zu thun gewohnt war. So entstanden die ältesten Glasgemälde, welche in der That Glasmosaiken, Umrisse in Blei mit farbigen Gläsern ausgefüllt, waren. Die Glasmalerei schwang sich in Deutschland im Laufe des Mittelalters zur höchsten Vollkommenheit empor und verbreitete sich

durch ganz Europa, besonders als im 13. Jahrhundert an die Stelle der romantischen Bauart die germanische trat. Bis dahin kannte man meist nur Rundbogenfenster von mässiger Grösse, die nicht durch Glasgemälde verdunkelt werden durften. Seit dem 13. Jahrhundert, als die gothische Baukunst alle müssigen, nicht tragenden Mauermassen aufhob, gediehen die Fenster, die häufig den ganzen Raum zwischen den Pfeilern ausfüllten, zu einer oft kolossalen Grösse, die ein zu grelles Licht in die Kirche gesendet hätten, wenn sie nicht gleichsam mit Glasteppichen behängt worden wären. Wenn sich die Kunst bis dahin meist mit Ornamenten begnügt hatte, so versuchte sie es nun ganze Figuren zusammenzusetzen. Mit dem 15. Jahrhundert veredeln sich die sonst steifen und schroffen Figuren immermehr, und es werden ganze Reihen geistlicher und weltlicher Geschichten in Glasmalereien dargestellt, so z. B. in der Sebaldus- und Lorenzkirche in Nürnberg. So blühte sie noch nach dem Ende des Mittelalters das ganze 16. Jahrhundert fort, bis sich die Glasmaler die Aufgabe stellten, die Effecte und die Beleuchtung des Oelgemäldes auf Glas anzuwenden. Dieser Epoche des Missverstandes gehören die berühmten französischen und niederländischen Glasmaler des 16. Jahrhunderts an. Als man sich endlich von der Unmöglichkeit, die Oelmalerei nachzuahmen, sattsam überzeugt, kam die Glasmalerei dermassen in Verfall, dass alle ihre Werkstätten sich schlossen. Die alte Kunst der Glasmalerei musste wieder auferstehen, und dies geschah in Bayern am Anfang dieses Jahrhunderts durch Frank aus Nürnberg und dann durch König Ludwig, der die ersten zarten Keime derselben pflegte. Seitdem ist sie in neuer, ja in künstlerischer und technischer Hinsicht sogar in grösserer Herrlichkeit erstanden, als dies im Mittelalter der Fall war.

Das Wesen der Glasmalerei lässt sich in der Kürze auf folgende Weise ausdrücken. Wenn leicht schmelzbare, durch Metalloxyde gefärbte Glasflüsse in fein geriebenem Zustande auf eine Glasfläche aufgetragen werden, so können sie bei mässiger Hitze, bei der die Glastafel noch nicht zum Schmelzen kommt, dergestalt eingeschmolzen werden, dass sie eine höchst dauerhafte Malerei von ausgezeichneter Wirkung darstellen. Da die farbigen Glasflüsse durchsichtig oder doch durchscheinend sind, so werden alle Glasmalereien auf durchfallendes Licht berechnet, und hierin liegt eben der wesentliche Unterschied zwischen Glas- und andern Malereien. Der Künstler kann ferner beide Glasflächen zugleich benutzen. Die Oberfläche, welche dem Beschauenden zugekehrt ist, enthält die stärksten Schatten. Gewöhnlich trägt man auf diese Seite alle schattirten Farben auf, und bringt dagegen die lichten Partien auf die entgegengesetzte Seite. Die Farben sind Metalloxyde, und zwar zum Theil dieselben, die man auch zum Färben des Strass anwendet.

Da den durch Einbrennen erzeugten Farben die Reinheit und das Feuer abgeht, das namentlich bei grössern Glasmalereien zur Hebung des Effects unumgänglich ist, so bedient man sich zu Draperien, für den Himmel u. s. w., wo grosse gefärbte Flächen erforderlich sind, des farbigen und überfangenen Tafelglases, und bringt durch Einbrennen geeigneter dunkler Farben die nöthigen Schattirungen hervor. Die jetzigen Glasgemälde sind demnach in der That Combinationen von wirklichen Glasmalereien und Glasmosaik. Diesem Kunstgriff allein verdanken die Glasgemälde ihre prachtvolle lebhafte Colorirung.

Die in der Glasmalerei als Farben angewendeten Metalloxyde sind äusserst mannigfaltig. Weiss kommt in alten Glasmalereien fast nie vor. In der neuern Malerei wendet man, vorzüglich zum Mischen der Fleischtöne, reines Weiss an. Man benutzt hierzu Zinnoxyd und antimonsaures Kali. Zu Gelb verwendet man Neapelgelb oder Antimongelb, dann ein Gemenge von Eisenoxyd, Zinn- und Antimonoxyd, von Antimonsäure und Eisenoxyd, oder Chlorsilber oder ein Gemenge von Schwefelsilber mit Schwefelantimon. Chromsaures Bleioxyd und chromsaurer Baryt geben ein nicht durchsichtiges Hellgelb. Zu Roth benutzt man reines Eisenoxyd (Wangenroth), Goldpurpur und ein Gemenge von Goldoxyd, Zinnoxyd und Chlorsilber. Braun erhält man mit Hülfe von Manganoxyd, gelbem Ocker, Umbra und chromsaurem Eisenoxydul. Zu Schwarz verwendet man Iridiumoxyd, Platinoxyd, Kobalt- und Manganoxyd, zu Blau Kobaltoxyd oder salpetrigsaures Kobaltoxydul-Kali, zu helleren Nüancen ein Gemenge von Kobaltoxyd, Zinkoxyd und Thonerde, zu Grün Chromoxyd und Kupferoxyd.

Man unterscheidet in der Glasmalerei weiche und harte Glasfarben. Die ersteren, die man auch Lackfarben nennt, sind nicht sehr leichtflüssig und verglasen dergestalt, dass sie aufgestrichenen Lackfarben ähnlich, Glanz und Durchsichtigkeit, aber auch grosse Weichheit besitzen; man malt mit ihnen nur auf die hintere Seite der Glastafeln. Die Haupteigenschaften der Farben für die vordere Seite der Glastafel, der harten oder auch Schattenfarben, sind Härte und Halbdurchsichtigkeit. Die Flüsse bestehen aus Kieselerde, Mennige und Borax. Die mit dem Flussmittel auf das Innigste gemischte Farbe wird als feinstes Pulver mit einem Bindemittel zusammengerieben, welches aus dem Pinsel fliesst, am Glase fest anhaftet und sich im Feuer vollständig verflüchtigt, ohne aufzublähen oder rissig zu werden. In neuerer Zeit wendet man als Vehikel nur ätherisches Oel und zwar Terpentinöl an, rectificirtes und verdicktes, ersteres nennt man Dünnöl, letzteres Dicköl. Neben dem Terpentinöl benutzt man noch Lavendelöl, Bergamottöl und Nelkenöl. Auf der Glastafel, auf welcher die Glasmalerei hergestellt werden soll, wird das ganze Bild in seinen Umrissen und Schattirungen mit rother, schwarzer oder brauner Farbe auf der einen Fläche ausgeführt und auf der andern mit den auf die einzelnen Stellen gehörigen Farben illuminirt, oder es wird mit den Glasmalerfarben wie in der Oelmalerei verfahren, oder man combinirt beide Maximen, indem man jede derselben stellenweise, je nach dem beabsichtigten Effecte, Platz greifen lässt. Alle Schatten und die in dunklen Farben ausgeführten Umrisse, so wie das, was man in der Oelmalerei Untermalung nennt, werden auf der vordern, dem Beschauer zugewendeten Fläche ausgeführt; die ganze Stellen illuminirenden Farben und Flüsse, besonders Haupttöne, werden auf der hintern Fläche aufgetragen. Mitteltinten, Uebergänge und Abstufungen werden sowol auf der vordern als hintern Fläche aufgetragen. In einzelnen Fällen trägt man auf beiden Flächen an den sich entsprechenden Stellen Farben auf, um durch den Zusammenklang derselben bei durchfallendem Lichte besondere Nüancen hervorzubringen. So giebt Goldgelb auf der einen Fläche und Purpur auf der andern Scharlach, Blau und Gelb, Grün u. s. w. Bei Ueberfanggläsern kann man dadurch verschiedene Schattirungen hervorbringen, dass man von der gefärbten Glasschicht durch Schleifen mit Smirgel mehr oder weniger nach bestimmten Umrissen hinwegnimmt, oder man schleift die farbige Schicht bis auf das weisse Glas durch und erzielt dadurch farbige Verzierungen auf weissem Grunde. Die so gebildeten weissen Stellen lassen sich auch auf der entgegengesetzten Seite beliebig färben, um verschiedene Effecte hervorzubringen. Ebenso lassen sich durch Bedecken der weissen Fläche eines einseitig überfangenen Glases mit andern Tönen besondere Nüancen herstellen, so gewinnt man eine grüne Nüance, wenn man blaues Ueberfangglas auf seiner weissen Fläche mit gelber Silberfarbe überzieht. Das Einbrennen der Farben geschah nach der älteren Methode auf die Weise, dass man die Glastafeln mit trockenem Kalkpulver in eine eiserne Pfanne schichtete und diese zum Rothglühen erhitzte. In neuerer Zeit wendet man hierzu Muffelöfen an. Der Boden der Muffel wird etwa einen Zoll hoch mit Kalkpulver bedeckt, darauf kommen vollkommen horizontal die Glastafeln, jedoch so, dass sie weder sich noch die Muffel berühren. Ueber diese Tafeln kommt eine zweite Schicht Kalk, dann wieder Glastafeln u. s. f. bis zur Mitte der Muffel. Das zum Einbrennen der Farben erforderliche Feuer muss auf die Muffel von allen Seiten gleichmässig einwirken. Glüht die Muffel dunkelroth und zeigen sich auf Probestreifen die Farben eingeschmolzen und tadellos, was nach 6 — 7stündigem Feuer der Fall zu sein pflegt, so entfernt man das Feuer und überlässt die Muffel der Abkühlung. Nach vollständigem Erkalten entfernt man die Gläser aus der Muffel, reinigt sie mit warmem Wasser und trocknet sie sorgfältig ab.

Email, Beinglas, Reisstein- oder Alabasterglas, Eisglas.

Unter Email versteht man in der Glasfabrikation eine Glasmasse, gleichviel farblos oder gefärbt, welche durch Zinnoxyd undurchsichtig gemacht worden ist. Nach einer älteren Vorschrift stellt man das Email auf folgende Weise dar: Man oxydirt eine Legirung aus 15—18 Th. Zinn und 100 Th. Blei durch Erhitzen bei Zutritt der Luft, pulverisirt das Oyd und schlämmt es hierauf. Das so erhaltene Gemenge von Zinnoxyd und Bleioxyd (zinnsaures Bleioxyd) wird nun mit einer Glasmasse gefrittet. Eine emailähnliche Beschaffenheit wird dem Glase auch durch Chlorsilber, phosphorsauren Kalk und künstlichen schwefelsauren Baryt ertheilt. Das bekannte Beinglas, ein milchweisses, schwach durchscheinendes Glas, enthält phosphorsauren Kalk in Gestalt weissgebrannter Knochen. Man benutzt es zu Lampenschirmen, Thermometerscalen etc. Man erhält es durch Versetzen von weissem Hohlglase mit 10—20 pCt. weissgebrannter Knochen. Das Glas ist nach dem Schmelzen vollkommen klar und durchsichtig, erhält aber die

durchscheinende Beschaffenheit und milchweisssе Farbe in dem Maasse, als es bei dem Verarbeiten mit der Pfeife angewärmt wird. Die milchweisse Farbe tritt um so mehr hervor, je öfter die Anwärmung geschieht. Es lassensich auf diese Weise die Gläser von einer durchscheinenden Opalfarbe bis zum gesättigten Milchweiss färben. Beinglas ist dadurch charakterisirt, dass es das künstliche Licht mit rother Farbe durchlässt. Ein dem Beinglas ähnliches, aber undurchsichtiges Glas und von weit edlerem Schimmer ist das Alabasterglas oder, weil es dem Reiskorn in seinem optischen Verhalten ähnlich ist, Reis- oder Reissteinglas. Es zeigt nicht den röthlichen Schein des mit Kalkphosphat bereiteten Glases. Das Alabasterglas ist keine eigenthümliche Glasmischung, sondern nur eine eigenthümliche Vorstufe des in der Bildung begriffenen Glases, ein sehr kieselerdereiches, unvollkommen geschmolzenes Glas, dessen Trübung von unaufgelösten Theilen herrührt.

Man wendet bei der Darstellung des Alabasterglases denselben Satz wie zu Krystallglas an; so wie der Satz geschmolzen ist, wird das Glas ausgeschöpft und abgeschreckt. Ist dann eine neue Portion eingeschmolzen, so wird das kalte abgeschreckte Glas darauf gegeben, dadurch die Masse abgekühlt und das niedergeschmolzene Glas bei möglichst geringer Hitze verarbeitet. Die unaufgelösten Theilchen der Glasmasse, welche die Trübung bewirken, dürfen nur mikroskopisch und weder deutlich unterscheidbare Körner noch Bläschen sein. Darin liegt nun die grosse Schwierigkeit bei der Bereitung des Alabasterglases, weil eben jene Unreinigkeiten eigentlich erst mit der völligen Durchschmelzung und Läuterung der Masse verschwinden. Man sieht aus dem Vorstehenden, dass thatsächlich zwischen Alabasterglas und Reaumur'schem Porcellan kein Unterschied existirt.

Achatglas erhält man, indem man verschieden gefärbte Glasstücke mit einander bis zum Zähflüssigwerden erhitzt, dann umrührt und die Masse sofort verarbeitet. Das Eisglas (*verre craquelé*), eine schöne gegenwärtig beliebte Glasverzierung, zeigt auf der Oberfläche eine durch natürliche Sprünge hervorgebrachte Zerklüftung. Diese Sprünge werden durch Eintauchen des fertigen, noch glühendheissen Glasgegenstandes in kaltes Wasser erzeugt, durch Anwärmen unschädlich gemacht und durch Aufblasen des Gegenstandes geöffnet, so dass das Ganze das Ansehen einer im Aufthauen begriffenen Eismasse, oder einer zerklüfteten ausgewitterten Felsoberfläche hat. Zuweilen werden die zwischen den Klüften stehen gebliebenen Erhöhungen noch etwas rauh geschliffen.

Hämatinon. Bei den Alten bezeichnete man mit dem Namen Hämätinon eine zu Prunkgefässen, Mosaiken etc. angewendete Glasmasse, welche unter anderm von Plinius erwähnt und ziemlich häufig in den pompejanischen Nachgrabungen gefunden wird. Dieses Glas ist durch eine schöne rothe Farbe, welche zwischen der des Zinnober und der Mennige liegt, charakterisirt. Es ist undurchsichtig, härter als das gewöhnliche Glas, besitzt grosse Politurfähigkeit, muschligen Bruch und hat ein spec. Gewicht von 3,5. Durch Umschmelzen geht die rothe Farbe verloren und kann durch keinen Zusatz wiederhergestellt werden. Das Hämatinon enthält kein Zinn und ausser Kupferoxydul keine färbende Substanz. Pettenkofer stellte das Hämatinon dar durch Zusammenschmelzen von Kieselerde, Kalk, gebrannter Magnesia, Bleiglätte, Soda, Kupferhammerschlag und Eisenhammerschlag. Als ein Theil der Kieselerde in der Mischung durch Borsäure ersetzt wurde, erhielt man eine Masse, welche nach dem Schleifen und Poliren Krystallisationen von grosser Schönheit in einem dunkelrothen, fast schwarzen Grunde zeigte. Der bläulich dichroitische Schimmer auf dunklem Grunde ist mit dem Schimmern von Sternen auf nächtlichem Hintergrund zu vergleichen, weshalb Pettenkofer dieser boraxhaltigen Masse den Namen Astralit gab.

Gegenwärtig ist man, wie behauptet wird, in der Herstellung des Hämatinon so weit gekommen, dass man diesen Stoff in beliebigen Quantitäten mit Sicherheit erzeugen und daraus unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaassregeln Platten jeder Art giessen und Gegenstände aller Art mittelst der Pfeife blasen kann. Die Masse lässt sich leicht formen, schneiden und schleifen und zeichnet sich durch Festigkeit und Härte aus.

Aventuringlas. Das Aventurin- oder Avanturinglas, dem Hämatinon sehr nahe stehend, wurde ehedem zu Murano bei Venedig verfertigt und zu Kunst- und Schmucksachen verarbeitet. Es ist eine bräunliche Glasmasse, in welcher krystallinische Flittern von metallischem Kupfer (nach Wöhler, von Kupferoxydul nach Pettenkofer) fein vertheilt sind, welche ihr ein eigenthümliches schillerndes Ansehen geben. Das Aventuringlas ist ziemlich leicht schmelzbar. Es bilden sich zuweilen Kupferschlacken, welche durch ausgeschiedenes metallisches Kupfer viel Aehnlichkeit mit dem Aventuringlas haben.

Fremy und Clemandot stellten ein aventurinähnliches Glas, welches reichlich Krystalle von metallischem Kupfer enthielt, dadurch dar, dass sie ein Gemisch von 300 Th. gestossenen Glases, 40 Th. Kupferoxydul und 80 Th. Hammerschlag zwölf Stunden lang schmolzen und die Masse einer langsamen Abkühlung unterwarfen. Die bayerischen und böhmischen Glashütten liefern heutzutage das Aventuringlas so schön als früher die Fabriken in Murano. Pettenkofer hat Aventuringlas direct aus Hämatinon dargestellt, dadurch, dass er der schmelzenden Hämatinonmasse so viel Eisenfeile zumischte, dass etwa die Hälfte des darin enthaltenen Kupfers reducirt wurde, welches sich nach längerem Schmelzen am Boden des Tiegels zu einem Regulus ansammelt. Frischgeschmolzen ist das Glas tief grünschwarz, beim langsamen Abkühlen geht es in wirkliches Aventuringlas über. Pettenkofer glaubt, und wie es scheint, mit vollkommenem Recht, dass das Aventuringlas ein Gemisch sei von grünem Eisenoxydulglas mit rothen Kupferoxydulkrystallen; durch die complementäre Aufhebung beider Nüancen entsteht der unbestimmte braune Ton des Aventuringlases. Das Eisenoxydul ist deshalb zur Darstellung des Aventuringlases ebenso unentbehrlich und wesentlich, wie das Kupferoxydul, denn das Aussehen des Aventuringlases ist so zu sagen die diagonale Wirkung der optischen Kräfte beider. Man wird deshalb stets Aventurin erhalten, wenn man in einer nicht zu strengflüssigen Glasmasse ein Gemenge von gleichen Theilen Eisenoxydul und Kupferoxydul auflöst und nach erfolgter Auflösung die Glasmasse unter Umständen abkühlen lässt, welche der Entstehung von Krystallen günstig sind. Das Kupferoxydul wird sich beim langsamen Abkühlen als eine krystallinische rothe Verbindung ausscheiden, das Eisenoxydul wird im Glase mit grüner Farbe aufgelöst bleiben.

Glasincrustationen. Die Glasincrustationen entstehen, wenn Reliefgegenstände aus schwachgebranntem, unglasirtem weissen Thon zwischen glühend auf einander gelegte Bleiglasschichten eingeschlossen werden. Dadurch erhält der Reliefgegenstand das Ansehen, als wenn er von mattem Silber wäre. Dieser silberartige Glanz rührt von einer geringen Menge Luft her, welche sich zwischen der Thonfläche und dem Glas befindet. Die Kunst des Incrustirens wurde vor etwa 70 Jahren von einem böhmischen Glasfabrikanten erfunden und zwar zufällig durch Beobachtung des silberartigen Glanzes eines Thautropfens auf einem filzigen Pflanzenblatte. Es gelang ihm, denselben Effect auch im Glas hervorzubringen. Hat der Glasüberzug eine passende gelbe Farbe, so erhält der Reliefgegenstand das Ansehen von mattem Golde.

Filigranglas. Mit dem Namen Faden- oder Petinetglas (Filigranglas) bezeichnet man jene Glasarbeiten, deren Körper neben einander hinlaufende oder scheinbar gewebeartig sich kreuzende, undurchsichtige weisse oder farbige Fäden zeigen. Die Herstellung dieser Glasart beruht im Wesentlichen auf dem Umstande, dass ein kurzer dicker Glasstab ohne Veränderung seiner runden oder eckigen Form im rothglühenden Zustande bis zur Dicke eines Haares und noch feiner ausgezogen werden kann. Bei der Fabrikation von Petinetglas taucht man Stäbe von undurchsichtigem oder farbigem Glase in durchsichtiges Glas und zieht dieselben so dünn, als man sie zu der jedesmaligen Verwendung haben will. Man verbindet auch wohl mehrere Stäbe mit einander und zieht dieselben zu einem Faden aus, in welchem mehrere Fäden neben einander herlaufen. Dreht man diesen Faden ähnlich einem Strick, so laufen die darin enthaltenen Streifchen in Schraubenwindungen sich scheinbar kreuzend neben einander her, ganz mit dem Ansehen eines lockern Gewebes (Petinet). Verbindet man eine Anzahl solcher Stäbe zu einem hohlen Cylinder, so hat man ein Gefäss, welches vor der Vollendung noch im Ganzen gedreht werden kann, so dass die einzelnen Fäden abermals Spiralen um den Umfang des Gefässes bilden. Nimmt man zwei solche Röhren, welche in entgegengesetzter Richtung gedreht sind und in der Grösse, dass sie in einander geschoben werden können, erhitzt dieselben und bildet daraus ein Gefäss, so nimmt dasselbe das Ansehen eines zarten regelmässigen Gewebes an; da sich aber die Stäbchen nur an den erhabenen Punkten berühren, an den tiefer liegenden Stellen aber etwas Luft eingeschlossen wird, die sich durch die Erhitzung gleichmässig ausdehnt, so entstehen

an den Berührungspunkten runde Luftbläschen, welche wesentlich zur Verschönerung des Effectes des Ganzen beitragen. Die Luftblasen machen das Wesen des reticulirten Glases aus, welches aus kleinen Luftbläschen gebildete netzförmige Gewebe eingeschlossen enthält.

Millefioriarbeiten. Das Millefiori stellt die bekannten mosaikartigen Glasarbeiten (Briefbeschwerer, Messerschalen, Stockknöpfe u. s. w.) dar, bei denen die mannigfaltigsten farbigen Muster in eine Umhüllung von Krystallglas eingeschlossen sind. Die Herstellung des Millefioriglases beruht ebenso wie die des Petinetglases auf dem Umstande, dass ein Glasstab ohne Veränderung seiner runden oder eckigen Form im zähflüssigen Zustande bis zur Dicke eines Haares und noch feiner ausgezogen werden kann. Rollt man z. B. einen Glasstab von rother Farbe und taucht denselben sodann nacheinander in weisses, blaues und grünes Glas, so wird der Stab auf dem Querdurchschnitte einen rothen Kern mit einem weissen, blauen und grünen Ringe umgeben zeigen. Wird dieser runde Stab im erhitzten Zustande an den Seiten mit einem eisernen Instrumente regelmässig eingedrückt, so wird er im Querschnitt einen Stern bilden, der eine rothe Scheibe mit farbigen Zickzacklinien umgeben enthält.

Die Herstellung der Millefioriverzierungen geschieht auf folgende Weise: Man fertigt zuerst sogenannte Elemente, nämlich einfache Anordnungen von verschieden gefärbten und geformten Glasstäben, die dann beliebig combinirt werden können. Zu diesem Behufe nimmt man beispielsweise einen kurzen und dicken Glasstab aus rothem Glase und umgiebt ihn mit sechs Fäden von blauem Glase und formt diese mit Hülfe einer Zange so, dass ihre Querschnitte Dreiecke zeigen. Die Zwischenräume zwischen diesen Fäden füllt man mit Zinnoxyd versetztem und daher undurchsichtigem weissen Glase aus, welches die Grundmasse bildet. Das Ganze ist nun mit Hülfe dieser Grundmasse zu einem Stab vereinigt, der alle einzelnen Theile, aber in grossem Maassstabe enthält. Wird nun das Stück bis zum Erweichen erwärmt und in die Länge gezogen, bis es nur noch 5 oder 6 Linien dick ist, so werden sich alle Theile des Elementes entsprechend verkleinern, ohne jedoch ihre gegenseitige Lage zu verändern. Der Querschnitt wird daher die ursprüngliche Zeichnung mit grosser Regelmässigkeit und Schärfe zeigen. Dreht man die Elemente während des Ausziehens, so bilden sich Spiralen, welche wieder vielfach abgeändert werden können u. s. f. Das Element wird mittelst Meisel und Hammer in kurze Endchen getheilt.

Bei den einfachen Millefioriarbeiten werden auf einer stark erhitzten Krystallglasplatte von dem Element kurze Theilchen (Scheibchen von 2, 3—4 Linien Dicke) zu einem grösseren Muster zusammengelegt, das durch eine darüber gelegte heisse Krystallglasplatte eingeschlossen wird. Hohle Gefässe, Flaschen und dergleichen werden erst kleiner geblasen, als sie werden sollen, und nachdem die farbigen Scheiben zu Mustern aufgelegt sind, wieder in flüssiges Glas getaucht und fertig geblasen, oder man bringt die Muster wirklich zwischen doppelte Gefässwände. Eine der beliebtesten Millefioriarbeiten sind die böhmischen kugelförmigen Schwersteine mit eingeschlossenen Blumen oder andern bunten Gegenständen, die man auf folgende Weise herstellt: Nachdem die Elementenscheibchen in der gehörigen Ordnung zusammengelegt sind und dann ein an einer Eisenstange aufgenommener Glasklumpen in zähflüssigem Zustande darauf gedrückt wurde, taucht der Arbeiter das Ganze wieder in die geschmolzene Glasmasse des Hafens, damit sich eine kugelförmige Glasmasse darüber bildet, welche nach dem Erstarren und Abkühlen, wenn es erforderlich erscheint, noch durch Schleifen in die erforderliche Form gebracht wird.

Glasperlen. Man unterscheidet zwei Arten von unächten Perlen oder Glasperlen, nämlich massive oder geschmolzene, und hohle oder geblasene. Die erstern führen auch den Namen Venetianer Perlen, weil sie früher vorzugsweise in Venedig gefertigt wurden. Bei der Herstellung der kleinen Venetianer Perlen bedient man sich der in den Glashütten zu Murano verfertigten hohlen Glasstängelchen oder Glasröhrchen, die 2—3 Linien dick sind und deren Höhlung ungefähr den dritten oder vierten Theil ihrer Dicke weit ist. Diese Röhren bestehen theils aus weissem und gefärbtem durchsichtigen Glas von allen Farben, theils aus weissem und gefärbtem Beinglas und theils aus mit Zinnoxyd bereitetem Emailglas, welches durch Zusatz färbender Metalloxyde mit allen möglichen Farben versehen werden kann.

Massive Perlen. Um aus diesen Röhren die Glasperlen zu machen, werden die Röhren in kleine Stückchen zerlegt. Die abgeschnittenen Stückchen werden gesiebt. Nun sind die Stückchen aber noch nicht kugelförmig, sondern vielmehr kleine scharfkantige Cylinder, die noch abgerundet werden müssen, weil sie sonst den Faden durchschneiden würden. Zu

diesem Zwecke wirft man die Glasstückchen in ein Gefäss, in welchem sich Kohlenpulver befindet und rührt sie darin um, damit ihre Höhlung mit Kohlenpulver sich anfülle und dadurch das Zuschmelzen in der Folge verhindert werde. Darauf bringt man sie in fast bis zum Glühen erhitzte weite eiserne Gefässe mit flachem Boden und rührt sie mit einem eisernen Spatel unablässig um. Die scharfen Kanten der Stückchen erweitern und runden sich durch das beständige Umrühren ab. Sobald dies geschehen ist, lässt man sie abkühlen, wäscht sie in reinem Wasser unter starkem Umrühren und trocknet sie. Auf andern Hütten werden die Glasstückchen in einem über dem Feuer befindlichen kaffeetrommelähnlichen Apparat abgerundet. Zuletzt werden die fertigen Perlen in Schnüre gefasst.

Hohle Perlen. Ganz verschieden von den Venetianer Perlen sind die hohlen oder geblasenen Perlen, welche den ächten Perlen in Gestalt, Glanz, Farbe und Glätte sehr nahe kommen und um das Jahr 1656 von einem französischen Paternostermacher Jaquin erfunden wurden. Jaquin bemerkte, dass, als Weissfische (*Cyprinus alburnus, ablettes*) mit Wasser gewaschen wurden, aus dem Wasser sich beim ruhigen Stehen ein Bodensatz, aus den Bauchschuppen bestehend, abschied, welcher den schönsten Perlenglanz besass. Diese Beobachtung war die Veranlassung zur Fabrikation der künstlichen Perlen. Jaquin schuppte die Fische ab und nannte die Mischung der Schuppen mit Wasser orientalische Perlenessenz *) (*Essence d'orient*). Anfänglich überzog er damit kleine Kugeln aus Gyps oder aus einem andern erhärteten Teige. Weil aber dieser Ueberzug beim Erwärmen oder Feuchtwerden sich von dem Kügelchen absonderte, so kam er bald darauf, feine Glaskugeln nach Art der Spiegel inwendig mit der Perlenessenz zu überziehen. So fertigt man noch heute die unächten Perlen.

Die Gestalt der Perlen ist bald kugelrund, bald olivenförmig, bald mandelförmig, bald endlich kreisrund oder platt. Die Perlen werden aus Glasröhren von verschiedener Dicke geblasen. Das Ausbrechen der Oeffnungen bei den feinen Sorten geschieht wechselsweise mit den Röhren selbst, deren eine immer zu diesem Ende an die bereits geformte Perle angeschmolzen wird. Die meisten Perlen werden rund gemacht; die sogenanten Kropfperlen aber erhalten die Auswüchse dadurch, dass der Arbeiter mit dem an dem einen Ende rothglühenden Glasrohre die Perle schnell berührt und so das Hervorragende auswärts zieht oder einzelne Stellen der Glaskügelchen an die Flamme hält und schwach in die Röhre bläst, wodurch kleine Erhöhungen entstehen. Sind die Perlen so weit fertig, so wird ihre innere Fläche mit Perlenessenz überzogen. Es gehören mehr als 4000 Fische dazu, um ein Pfd. Schuppen zu erhalten und diese geben noch nicht ganz 8 Loth der Perlenessenz, so dass mithin 18 bis 20,000 Fische zu einem Pfunde dieser Essenz erforderlich sind. Man schuppt blos die weissen silberglänzenden Schuppen von den Fischen ab, weicht sie einige Stunden in frisches Wasser ein, um den an den Schuppen sitzenden Schleim abzusondern, bringt dann die Schuppen in einen Mörser mit Wasser und reibt sie eine Viertelstunde lang durch; darauf presst man die Flüssigkeit durch ein leinenes Tuch und lässt sie ruhig stehen. Die Perlenessenz scheidet sich am Boden der Gläser aus; sie wird nochmals mit Wasser ausgewaschen und darauf mit etwas Ammoniak und Hausenblasenlösung gemischt, aufbewahrt. Durch den Zusatz des Ammoniaks soll das Verderben der Flüssigkeit verhütet werden.

Um die Perlen auf ihrer Innenseite mit dieser Essenz zu überziehen, saugt man mit einer zu einer feinen Spitze ausgezogenen Glasröhre etwas Essenz auf, bringt die Spitze in die Oeffnung einer Perle und bläst etwas Flüssigkeit in dieselbe; man bewegt sie dabei nach allen Seiten, damit sie die Perlen überall überziehe, dann mischt man sie in einem mit Pergament überzogenen Siebboden und schüttelt sie beständig, bis sie trocken sind. Nun kommen die Perlen in den Trockenraum. Um sie dauerhafter und schwerer und die Perlenmasse an der inneren Seite haltbarer zu machen, füllt man sie noch mit Wachs aus. Die mit Wachs angefüllten Perlen werden durchbohrt und zum Verkaufe auf Fäden gezogen. In die rothen Perlen, welche die Korallen nachahmen sollen, in die gelben u. s. w. werden mit arabischem Gummi angemachte Farben, in die metallisch glänzenden Marcasit- oder Spiegelperlen wird eine leichtflüssige Legirung eingeblasen.

Hyalographie. Die Kunst in Glas zu ätzen ist im Jahre 1670 von dem Nürnberger Künstler Heinrich Schwankhardt (oder Schwanhard) erfunden worden. Sie wird auf folgende Weise ausgeführt: Uebergiesst man Flussspathpulver mit concentrirter Schwefelsäure, so entwickelt sich beim Erwärmen Fluorwasserstoffsäure Fl H, welche, wenn sie mit Glas zusammenkommt, sich mit der Kieselerde des Glases um-

*) Die perlglänzende Substanz soll identisch sein mit *Guanin*.

setzt zu Fluorsilicium $Si Fl_3$, welches zum grössten Theile entweicht, und zu Wasser. Auf den angegriffenen Stellen bleiben die übrigen Bestandtheile des Glases als ein lockeres Pulver zurück, welches mit Leichtigkeit hinweggenommen werden kann.

Die erste Idee, auf Glasplatten zum Abdrucken sich eignende Zeichnungen einzuätzen, rührt von Hann zu Warschau (1829) her. In neuerer Zeit (1844) ist der Glasdruck oder die Hyalographie von Böttger und Bromeis wieder angeregt und in der k. k. Staatsdruckerei in Wien weiter ausgebildet worden. Zu Aetzungen in Glas lässt sich der gewöhnliche Aetzgrund für Metalle nicht wol verwenden, da er durch die Flusssäure von der Glasplatte abgelöst wird. Nach der Methode Piil's besteht der zweckmässigste Radirgrund aus einer Auflösung eines geschmolzenen Gemenges von Asphalt und Wallrath in Terpentinöl (Strichgrund) oder eines Gemenges von 1 Th. Asphalt mit 1 Th. Colophonium und so viel Terpentinöl, bis die Masse ungefähr Syrupconsistenz erhält (Deckgrund). Die zu ätzende Glasplatte wird mit dem Aetzgrund überzogen, mit einem Wachsrande oder mit in Wachs getauchten Holzleisten umgeben, damit man die flüssige Flusssäure aufgiessen kann, welche man so lange einwirken lässt, bis die feinsten Striche die hinreichende Tiefe erlangt haben. Man entfernt hierauf die Flusssäure, wäscht die Glasplatte mit Wasser, trocknet sie sorgfältig, überzieht die hinreichend tief geätzten Stellen mit Aetzgrund und lässt auf die noch tiefer zu ätzenden frische Flusssäure einwirken, wodurch bei regelrechter Wiederholung eine genügende Abstufung in der Tiefe der einzelnen Striche erzielt werden kann.

Während Bromeis und Böttger angeben, dass bei der vollkommenen Gleichmässigkeit der Glasmasse ein Unterfressen weit weniger zu fürchten sei, als bei Kupfer oder Stahl, machte man in Wien die Beobachtung, dass die Flusssäure mehr als jedes andere Aetzmittel die Eigenschaft habe, sich zwischen der Platte und dem Aetzgrunde „einzukeilen“, in welcher Eigenschaft hauptsächlich auch der Grund liege, dass die Hyalographie bis jetzt noch keine rechte praktische Anwendung gefunden habe.

Die geätzte Platte wird durch Erwärmen und Behandeln mit Terpentinöl von dem Deckgrunde befreit. Zum Abdrucken eignet sich die lithographische Presse vorzugsweise. Damit die Platte unter der Presse nicht springe, kittet man sie auf eine grössere gusseiserne oder hölzerne Platte. Als Kitt wendet man für grössere Platten ein Gemenge von frischgebranntem Gyps und Leim an, für kleinere dagegen benutzt man mit Vortheil ein Gemisch von Pech und Bolus. Die Zeichnungen der Platte werden ausserordentlich rein und zart wiedergegeben, jedoch leiden sie an einer grossen Härte und Starrheit, was bei dem Glas schwer zu beseitigen sein möchte, während bei Anwendung von Kupfer und Stahl mit dem Grabstichel nachgeholfen werden kann. Scheint auch das Glas als Material für Kunstleistungen nicht sehr geeignet, so wird es sich doch vortheilhaft für die Herstellung von Landkarten, Banknoten u. s. w. verwenden lassen.

Die Seifenfabrikation.

Seife. Allgemeines.

Dass die Fette die Eigenschaft besitzen, mit den Alkalien eigenthümliche Verbindungen einzugehen, welche man mit dem Namen Seife bezeichnet, war schon längst vor unserer Zeitrechnung bekannt. Namentlich führt Plinius an, dass die Seife eine gallische Erfindung sei und in Deutschland angefertigt werde. Die Seife ist ein so wichtiger Gegenstand der Industrie geworden, dass einer unserer grössten Chemiker wohl nicht mit Unrecht behauptet, dass die Menge der consumirten Seife einen Maassstab für den Wohlstand und für die Civilisation eines Volkes abgeben könne.

Man nahm früher an, dass die Fette und Oele als solche die Eigenschaft besässen, sich mit den Alkalien zu verbinden, bis Chevreul in seiner bekannten Untersuchung über die Fettsubstanzen die Entdeckung machte, dass die Fette, wenn sie aus ihrer Seifenverbindung ausgeschieden werden, andere Eigenschaften besitzen, als vorher. Dieser Chemiker wies nach, dass alle Fette aus eigenthümlichen Säuren, der Stearinsäure, Palmitinsäure (Margarinsäure) und Oelsäure als nicht flüchtigen Säuren und gewisse riechende Fette ausserdem aus einer gewissen Anzahl flüchtiger Fettsäuren, wie der Buttersäure, Caprin-, Capron-, Capryl-, Valeriansäure u. s. w. und einer süssschmeckenden Substanz bestehen, die zwar schon früher von Scheele entdeckt und Oelsüss genannt, von Chevreul aber genauer

untersucht und mit dem Namen Glycerin (Glyceryloxydhydrat $C_6 H_6 O_8$) bezeichnet wurde. Das Glycerin ist in den Fetten nicht fertig gebildet, sondern in Gestalt von Glyceryloxyd ($C_6 H_4 O_2$) vorhanden. Die Fette lassen sich demnach in chemischer Beziehung betrachten als Salze, welche aus einer oder mehreren eigenthümlichen fetten Säuren, und einer allen gemeinsamen Base, dem Glyceryloxyd bestehen. Bringt man die Salze mit unorganischen Basen*) zusammen, welche zu den Säuren mehr Verwandtschaft haben, als das Glyceryloxyd, so bildet sich ein neues Salz, die Seife. Der Process selbst heisst der Verseifungsprocess (Saponification). Das Glyceryloxyd nimmt dabei Wasser auf und wird als Glycerin ausgeschieden.

Fette, welche wie die tropischen Pflanzenfette (Palmöl und Cocosnussöl) die fetten Säuren zum Theil schon im freien Zustande enthalten, lassen sich begreiflicherweise weit leichter verseifen, als vollkommen neutrale Fette, wie Talg und Olivenöl, bei welchen die Lauge zunächst erst eine Spaltung in fette Säuren und Glycerin zu bewirken hat. Die Oelsäure, das Nebenprodukt der Stearinkerzenfabrikation, lässt sich schon durch kohlensaures Alkali in Seife überführen, ebenso das Colophonium, welches wesentlich aus einer Harzsäure, der Pininsäure, besteht. Die Seifenbildung vermittelst Oelsäure und Colophonium ist demnach kein eigentlicher Verseifungsprocess, weil das Charakteristische desselben, die Glycerinbildung, fehlt.

Die Zerlegung eines Fettes durch Alkali geschieht nicht plötzlich und durch die ganze Masse hindurch wie die Zersetzung eines unorganischen Salzes, sondern hat mehrere Phasen zu durchlaufen. Nachdem zuerst eine emulsionähnliche Mischung der Fettsubstanz mit der Lauge sich gebildet hat, entstehen saure fettsaure Salze, die die übrige Fettsubstanz suspendirt enthalten, bis endlich nach und nach auch das freie Fett der Einwirkung des Alkalis unterliegt und die sauren Salze in neutrale, in Seife übergehen.

Eine neuere Untersuchung von Pelouze hat gezeigt, dass die Seifen gerade so wie die Alkalien selbst die Zerlegung der Fette in Glycerin und in fette Säuren bewirken können, eine Beobachtung, welche für die Stearinkerzenfabrikation von grosser Wichtigkeit ist; für die Seifenbildung ist sie nicht von Belang, weil das Produkt der Einwirkung von Seife auf Fettsubstanzen nicht mehr Seife ist und sich im Wasser nicht mehr löst. Pelouze fand ferner, dass die allgemeine Annahme, nach welcher die Verseifung der Fette nur bei Gegenwart von Wasser erfolgen könne, eine irrige sei, indem die wasserfreien Metalloxyde ebenso gut Seifen bilden können, als dieselben Basen im Hydratzustande oder blos mit Wasser gemischt. Auch diese Beobachtung kann keinen Einfluss auf den Betrieb der Seifensiederei ausüben, da dem Seifensieder nur Alkalihydrate zu Gebote stehen.

Arten der Seife. Kali bildet stets weiche, Natron harte Seifen. Man theilt demnach die Seifen ein

1) in harte oder Natronseifen,
2) in weiche oder Kaliseifen;

man unterscheidet ferner je nach der angewendeten Fettsubstanz Talgseife, Oelseife, Cocosnussölseife, Thranseife, Harzseife u. s. w. In technischer Hinsicht kann man die Seife (die harten oder Natronseifen) eintheilen in

1) Kernseife,
2) geschliffene Seife,
3) gefüllte Seife.

Kernseife. Die Kernseife hat davon ihren Namen, dass die fertige Seife nach der Scheidung aus ihrer Lösung durch Kochsalz (durch das Aussalzen) zum Kern zu sieden, d. h. zu einer gleichförmig geschmolzenen blasenfreien Masse zu vereinigen ist, in welcher nach dem Erstarren feine Krystallfäden wahrgenommen werden können. Die der Seife immer in kleiner Menge anhängenden Unreinigkeiten setzen sich in dem nicht krystallisirenden Theile der Seife ab und bilden die natürliche Marmorirung (Fluss oder Flaser). Die regelrecht ausgesalzene Seife sondert sich zuerst von der Unterlauge in Gestalt halbflüssiger, rundlicher Klümpchen

*) Auch gewisse organische Basen zerlegen die Fette unter Bildung von Seife und Ausscheidung von Glycerin, so z. B. die Hoffmann'schen Ammoniumbasen wie das Teträthylammoniumoxydhydrat u. s. w.

oder Kerne. Die Kernseife allein ist reine Seife, indem sie durch die Operation des Aussalzens vom Glycerin und der überschüssigen Lauge und andern Unreinigkeiten, ferner von überschüssigem Wasser befreit wurde. Die grosse Mehrzahl der Seifenfabrikanten stellt gegenwärtig die Kernseife nicht mehr dar.

Geschliffene Seife. Die geschliffene oder glatte Seife entsteht durch das sogenannte Schleifen der Kernseife. Lässt man nämlich die fertige Kernseife in dem Siedekessel mit Wasser oder sehr schwacher Lauge sieden, so nimmt die Seife einen Theil Wasser auf, verliert dagegen die Fähigkeit zu krystallisiren oder eine Marmorirung anzunehmen. Es findet demnach bei der Herstellung der geschliffenen Seife ebenso das Aussalzen und die Abscheidung der hauptsächlichsten Unreinigkeiten statt, wie bei der Kernseife, von welcher sich die geschliffene Seife nur durch einen grössern Wassergehalt unterscheidet.

Gefüllte Seife. Die gefüllte Seife, gegenwärtig die gebräuchlichste, ist die schlechteste aller Seifensorten, indem eine solche Seife bei ihrer Bereitung nicht so weit ausgesalzen wurde, dass sich die Unterlauge von der Seife getrennt hätte, wo also der ganze Inhalt des Siedekessels zusammenbleibt, um als Seife verkauft zu werden. Beim Erkalten erstarrt nämlich das Ganze zu einer festen Seife, welche den bedeutenden Wassergehalt durch ihr Ansehen nicht verräth. Diese Eigenthümlichkeit, selbst bei grossem Wassergehalt trocken und hart zu erscheinen, besitzt besonders die Cocosnussölseife, weshalb denn auch seit der allgemeinen Verbreitung des Cocosnussöles die Anfertigung der gefüllten Seifen einen um so grösseren Aufschwung erhalten musste, als sie ihre wasserbindende Eigenschaft auch andern Seifen (Palmölseife, Talgseife u. s. w.) mittheilen. Seifen dieser Art sind oft so stark gefüllt, dass eine Produktion von 250 — 300 Th. frischer Seife aus 100 Th. Fett etwas ganz Gewöhnliches ist.

Die Talgkernseife. Die deutsche Talgkernseife ist wesentlich stearinsaures Natron und wird auf *indirectem Wege* dargestellt durch Verseifen von Talg mit Kalilauge und Ueberführen des so entstandenen stearinsauren Kalis durch Kochsalz (durch das Aussalzen) in stearinsaures Natron. Der Siedekessel ist von der Form eines an der Spitze abgerundeten Kegels; der untere Theil, der die Abrundung des Kegels bildet und mit dem Feuer in Berührung kommt, besteht entweder aus genietetem Eisenblech oder ist von Eisen gegossen. Der obere kegelförmige Theil, der sogenannte Sturz, ist in der Regel aus Tannenholz gebildet und hat die Gestalt eines sich nach oben erweiternden Fasses ohne Boden; in neuerer Zeit besteht der Sturz nicht selten aus einer mit Cäment verputzten Mauerung. Der Sturz hat hauptsächlich zum Zweck, der während des Siedens stark schäumenden Masse Raum zum Steigen zu verschaffen. Man füllt den Kessel mit der erforderlichen Menge Feuerlauge von 20 Proc., giebt den Talg hinzu, bedeckt den Kessel mit einem beweglichen Deckel und kocht die Masse unter bisweiligem Umrühren fünf Stunden lang und trägt noch nach und nach Feuerlauge nach. In diesem Zustande zeigt die Masse eine durchsichtige gallertartige Beschaffenheit und wird Seifenleim (*pâte*) genannt Wenn der Seifenleim die gehörige Consistenz hat, so darf er auf Zusatz frischer Lauge nicht dünner werden, von dem Rührspaten nicht tropfenweise, sondern als ein zusammenhängender Strahl abfliessen, auf eine kalte Stein- oder Metallplatte gegossen, zu einer dichten Gallerte erstarren. Die Seifenleimbildung wird befördert, wenn man nicht auf einmal, sondern nur nach und nach die Lauge zugiebt. Nachdem die Verseifung erfolgt ist, schreitet man zum Aussalzen, welches darin besteht, der heissen Masse Kochsalz zuzusetzen. Man rechnet auf 100 Pfd. Talg 12 — 16 Pfund Salz. Die Masse wird im Sieden erhalten, bis der Seifenleim zu einer weissen

griesartigen Masse geronnen ist und sich unter derselben eine klare Flüssigkeit, die sogenannte Unterlauge, abscheidet, welche abgelassen wird. Ist eine Vorrichtung zum Ablassen nicht vorhanden, so schöpft man die Seife in den Kühlbottich.

Der Zweck des Aussalzens ist, die Kaliseife durch das Kochsalz in Natronseife zu verwandeln, indem sich Chlorkalium bildet, das in der Mutterlauge gelöst bleibt; ausserdem bewirkt das Aussalzen, dass die Seife von der Unterlauge und dadurch von einer Wassermenge befreit wird, welche die spätern Laugenzusätze bis zur Unwirksamkeit verdünnen würde. Der gewonnene Seifenleim kommt darauf in den Kessel zurück; es wird schwächere Lauge, die Abrichtelauge, darauf gegossen und bis zum Sieden erhitzt. Die Seife löst sich abermals zu einem klaren Leime auf, der aber zum grössten Theile aus Natronseifenleim besteht. Während des Siedens wird fortwährend Abrichtelauge zugegeben. Ehe dies aber geschieht, ist ein wiederholtes Aussalzen erforderlich. Durch das Einkochen wird die Seife immer mehr und mehr concentrirt, sie wird zuerst weich, blasenwerfend (zach) und aufsteigend. Sobald das Schäumen aufhört, die Seife aufpoltert und im Kerne siedet, schöpft man sie von Neuem von der Unterlauge hinweg in die Kühlhütte. Der Zweck dieses zweiten Siedens ist, die Seife, welche bis dahin eine schaumige Beschaffenheit besass, zu einer gleichmässig geschmolzenen und blasenfreien Masse zu vereinigen. Diese Vereinigung befördert man, indem man die Masse vor dem Erkalten mit einem eisernen Stabe schlägt (Kerben der Seife). Durch das Schlagen wird die Seife marmorirt und erhält die sogenannten Mandeln oder Blumen. Die fertige Seife wird nun gefärbt. Zu diesem Zwecke bringt man sie noch flüssig in die Seifenform oder Lade, einen viereckigen Kasten aus Tannenholz, der zum Auseinandernehmen eingerichtet ist und lässt sie darin erkalten. Der durchlöcherte Boden der Form ist mit Leinwand überdeckt, damit die der Seifenmasse noch beigemengte Lauge abfliessen kann. Nach dem Erkalten wird die Form auseinandergenommen, die fertige Seife mittelst eines Lineals abgetheilt und mit dem aus Draht gefertigten Seifenschneider in Tafeln oder Riegel geschnitten, die zum völligen Austrocknen einem luftigen Orte ausgesetzt werden.

Zehn Centner Talg geben durchschnittlich $16^2/_3$ Ctr. Seife, die an der Luft noch um 10 Proc. eintrocknet. Da selbst durch wiederholtes Aussalzen eine vollständige Umwandlung der Kaliseife in Natronseife nicht stattfindet, so ist die gewöhnliche deutsche Kernseife immer mit einer grossen Menge Kaliseife gemengt, welche ihr eine beim Gebrauch angenehme Geschmeidigkeit verleiht.

Die Baumölseife. Die Baumölseife wird in südlichen Gegenden, in denen der Oelbaum cultivirt wird, mit Baum- oder Olivenöl bereitet, zu welchem man ungefähr 5 Proc. Mohnöl gesetzt hat. Man wendet bei der Herstellung von Baumölseife zwei Arten von Lauge an; die eine davon enthält nur Aetznatron und wird zum Vorsieden benutzt; die zweite enthält neben Aetznatron noch Kochsalz und dient zum Abscheiden des Seifenleims und zum Klarsieden der Seife.

Während des Siedens setzt man etwas Eisenvitriol zu. Die gargesottene Seife erstarrt beim Erkalten zu einer homogenen blaugraugefärbten Masse, deren Farbe von Schwefeleisen (entstanden durch den zugesetzten Eisenvitriol und das Schwefelnatrium der Natronlauge) und Eisenoxydulseife herrührt. Diese bläuliche Färbung ist aber für das Auge nicht angenehm, man sucht deshalb diese Färbung in Adern hervorzubringen, was durch das Marmoriren geschieht. Die Eisenseife ist bei niedriger Temperatur in dem gargesottenen Seifenleime nicht löslich, sie scheidet sich deshalb beim ruhigen Stehen der Seifenmasse am Boden des Gefässes aus, während der obere Theil aus weisser Seife besteht. Rührt man nun die Seife, anstatt sie während des Erkaltens ruhig stehen zu lassen, zu der rechten Zeit um, so wird

sich die gefärbte Eisenseife, anstatt sich am Boden abzusetzen, in der Masse verbreiten und bläuliche Adern bilden, welche man durch das Marmoriren zu erhalten sucht. Die fertige Seife wird aus dem Kessel genommen, in lange, hölzerne, etwas geneigt gestellte Formen geschöpft und in denselben erkalten gelassen. Nach acht bis zehn Tagen hat die Seife die erforderliche Consistenz erlangt. Durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft gehen das Schwefeleisen und die Eisenoxydulseife allmälig in basisch schwefelsaures Eisenoxyd und in Eisenoxydseife über, wodurch die Adern oberflächlich eine bräunlich-gelbe Färbung annehmen.

Gelbe Harztalgseife. Das Colophonium und das gewöhnliche Fichtenharz verbinden sich in der Siedehitze leichter als die Fette mit Alkalien und selbst mit kohlensauren. Die auf diese Weise erhaltene Verbindung ist aber nur uneigentlich Seife zu nennen. Sie hat keine Consistenz und kann nicht ohne Nachtheil zum Einseifen gebraucht werden. Ein ganz anderes Produkt wird erhalten, wenn man zu dem Harze eine gewisse Menge Talg mischt; man erhält dann die sogenannte gelbe Harztalgseife.

Die in Deutschland häufig dargestellte Palmölseife ist hinsichtlich der Bereitung der Harztalgseife sehr ähnlich. Man verseift ein Gemenge von 2 Th. Talg und 3 Th. Palmöl mit Kali- oder Natronlauge auf die gewöhnliche Weise und mischt die fertige Seife mit einer Harzseife aus 1 Th. Harz und der nöthigen Menge Kalilauge bereitet.

Gefüllte Seifen. Die Thatsache, dass dem mit Natronlauge bereiteten Seifenleim eine gewisse Menge Wasser einverleibt werden kann, ohne ihr Aussehen wesentlich zu beeinträchtigen, sowie das Bestreben des Publikums, trotz der gesteigerten Preise der in der Seifenfabrikation angewendeten Fette, den Bedarf an Seife so wohlfeil als möglich sich zu verschaffen, hat die Veranlassung gegeben, dass die meisten Seifenfabrikanten nur noch gefüllte Seifen fabriciren und auf die Herstellung von Kernseife geradezu verzichten. Die gefüllten Seifen sind nicht so weit ausgesalzen, dass sich die Unterlauge von dem Seifenleim abgeschieden hätte; es bleibt demnach der ganze Kesselinhalt beisammen, um als Seife verkauft zu werden. Da die der Seife einverleibte Unterlauge nun wesentlich aus Wasser besteht, so ist demnach Wasser derjenige Stoff, durch den sich der Seifenfabrikant für den gesteigerten Preis der Fettsubstanzen schadlos zu halten sucht. Diese Art Seife, auch Eschweger Seife genannt, erscheint in ihrem frischen, wasserreichen Zustande vollkommen hart und trocken und hat durch die geringere Quantität des verwendeten Fettes einen im Vergleich mit der Kernseife geringeren Preis, ein Umstand, der ihr zahlreiche Freunde zugeführt hat. Man versteht es jetzt, aus 100 Pfd. Fettsubstanz über 300 Pfd. anscheinend guter und harter Seife zu erzielen; wenn nun auch die gegenwärtig im Handel vorkommenden Seifen nicht so stark gefüllt sind, so ist doch eine Produktion von 200—220 Th. frischer Seife aus 100 Th. Fett etwas ganz Gewöhnliches. Namentlich das Cocosnussöl, welches seit dem Jahre 1830 in grösserer Menge in der deutschen Seifenfabrikation verbraucht wird, eignet sich zu gefüllten Seifen, indem es anderen Fetten die Eigenschaft ertheilt, gefüllte Seifen zu bilden.

Der Verlauf bei der Fabrikation der Cocosnussölseife ist ein etwas anderer, als bei den vorher erwähnten Seifen. Mit schwachen Laugen bildet das Cocosnussöl nicht jenes milchartige Gemisch, das man bei andern Seifensorten bemerkt, sondern das Oel schwimmt als klares Fett obenauf, nur wenn durch fortgesetztes Sieden die Lauge die gehörige Consistenz erreicht hat, tritt die Verseifung ein und geht plötzlich und rasch vor sich. Deshalb wendet man zur Darstellung dieser Seifensorte sogleich eine starke Natronlauge an. Die Cocosnussölseife lässt sich nicht von der Unterlauge trennen, weshalb nie Kalilauge ange-

wendet werden darf, weil sonst alles beim Aussalzen entstehende Chlorkalium mit in die Seife übergehen würde. Man muss, da hierbei eine Trennung der Seife von der Lauge nicht stattfindet, nur die genau nothwendige Menge Aetzlauge anwenden. Reine Cocosnussölseife erhärtet schnell. Sie ist weiss, alabasterartig, durchscheinend, leicht und gut schäumend, jedoch von widrigem Geruch, der bis jetzt noch durch kein Mittel entfernt werden konnte.

Gegenwärtig wird indessen das Cocosnussöl nur selten für sich, sondern als Zusatz zu Palmöl und Talg verseift. Man kann auf diese Weise Seife ohne alles Sieden, durch blosse Erwärmung bis auf 80° C. durch Einleiten von Dampf bis zum Schmelzen des Fettes, mit starker Natronlauge und durch fleissiges Umrühren in kurzer Zeit in grosser Quantität darstellen (Seife auf kaltem Wege, chemische Seife). Die so erhaltene Seife ist, obgleich sehr wasserhaltig, hart und vollkommen trocken. Bei längerem monatelangem Liegen an der Luft tritt allerdings eine nicht unbeträchtliche Gewichtsabnahme und eine geringe Volumenverminderung ein und es entstehen auf der Oberfläche reichliche Efflorescenzen.

Den gefüllten Seifen giebt man häufig eine künstliche Marmorirung, welche natürlich nicht auf eine Bildung von Kern sich gründet, sondern eine einfache Färbung ist, die in folgender Weise ausgeführt wird: Man bringt die färbende Substanz (Eisenroth, Braunroth) in eine kleine Menge der Seife, so dass diese durch und durch gleichmässig gefärbt erscheint. Diese Masse wird nun abwechselnd mit der nicht gefärbten so in die Form geschöpft, dass Schichten von ungleicher Dicke sich bilden, denen durch Umrühren leicht eine Marmorirung ertheilt werden kann. Eine solche Marmorirung lässt sich indessen leicht von der durch natürlichen Fluss gebildeten unterscheiden.

Kaliseifen. Weiche oder Schmierseifen. Wie oben erwähnt, bildet das *Kali* mit den Fetten, sowol mit den festen, als auch mit den Oelen, nur weiche Seifen, welche an der Luft nicht austrocknen, sondern aus derselben Wasser an sich ziehen und eine Gallerte bilden. In der Regel sind diese sogenannten Seifen unreine Lösungen von Kali-Oelseife in überschüssiger Kalilauge, gemengt mit dem bei der Verseifung ausgeschiedenen Glycerin. Die weichen Seifen können daher nur mit Kalilauge bereitet werden. Das Aussalzen fällt hinweg, da sonst die weiche Seife in harte Natronseife übergeführt würde, was man nicht beabsichtigt; es erfolgt somit keine Trennung des Seifenleims von der Unterlauge, die mit all ihren Unreinigkeiten der Seife einverleibt bleibt. In Folge der grossen Löslichkeit und der alkalischen Beschaffenheit der weichen Seife, erhält sie für gewisse Anwendungen den Vorzug vor der Natronseife, so unter Anderm zum Walken und Entfetten des Tuches und anderer Wollzeuge.

Zur Herstellung der Lauge wendet man nie Holzasche, sondern immer die weit reinere Potasche an; man macht sie auf die gewöhnliche Weise kaustisch und bereitet Laugen von verschiedenem Gehalt; die schwächere, sogenannte Verbindungslauge, darf blos Aetzkali enthalten, die stärkere, die Sprenglauge, enthält neben Aetzkali auch noch kohlensaures Kali, da die Praxis gelehrt hat, dass die Verseifung der Oele leichter geschieht, wenn die Laugen eine gewisse Menge kohlensaures Kali enthalten.

Von den Fettarten wendet man folgende an: Thran (namentlich Südseethran), Hanföl, Rüböl, Leinöl und Leindotteröl. Die Wahl der Fette richtet sich theils nach dem Preise, theils nach der Jahreszeit; im Winter verarbeitet man die sogenannten weichen oder warmen Oele, welche bei 0° noch nicht gestehen wie das Hanföl, das Lein- und Leindotteröl, das Sommerrübsenöl u. s. w.; im Sommer dagegen die harten Oele, wie Winterrübsenöl, Südseethran und Häringsthran. Damit demnach die weiche Seife im Sommer keine zu weiche Beschaffenheit habe, muss in derselben mehr palmitinsaures Kali im Verhältniss zum ölsauren sein als bei der Winterseife. Häufig verseift man ein Gemenge verschiedener Oele oder von Hanföl mit Palmöl oder Talg, von Thran und Talg u. s. w.

Das Sieden der weichen Seife beginnt mit einer mässig starken Lauge von 8—10 pCt. Kaligehalt, wobei sich anfänglich eine Art Emulsion bildet, die nach und nach ihre trübe Beschaffenheit verliert und zugleich mehr fadenziehend wird. Das Ueberschäumen der Seife wird durch Schlagen mit einem Rührscheit (das Wehren) verhindert. Sobald alles Kali der Lauge gebunden ist, wird neue und zwar stärkere Lauge zugesetzt und mit dem Sieden und dem Laugenzusatz fortgefahren, bis die Seife beim Erkalten nicht mehr trübe wird und zu einer klaren zähen Masse erstarrt. Enthält die Seife einen zu grossen Ueberschuss an Aetzkali, was am einfachsten durch den Geschmack wahrgenommen werden kann, so setzt

man eine entsprechende Menge Oel zu. Nachdem das Vorsieden vorüber, beginnt das Klarsieden, durch welches das überschüssige Wasser entfernt werden soll. Zur Vermeidung des langwierigen Abdampfens ziehen es mehrere Fabrikanten vor, sogleich concentrirte Lauge zum Verseifen anzuwenden. Früher pflegte man der Schmierseife künstlich Korn zu geben (Buntmachen der Seife); dies geschah durch Zusetzen von kleinen Würfeln von weisser Seife, von Talg, durch Zusatz von Stärkekleister, mit welchen Substanzen die Seife durch Rühren gemischt wurde, bis sich in ihr weisse Punkte oder Strahlen zeigten. Gegenwärtig giebt man der weichen Seife das Korn, wenn es von den Consumenten gewünscht werden sollte, durch Zusatz von Hammeltalg zu dem verseifenden Oel. Der hier und da noch gebräuchliche Zusatz von zerfallenem Kalk zur Erzeugung von Korn ist durchaus verwerflich, weil sich dadurch eine unlösliche Kalkseife bildet. Sobald die Seife während des Klarsiedens einen Theil des Wassers verloren hat, bemerkt man statt des blossen Aufwallens auf der Oberfläche die Bildung handgrosser Blätter, welche sich über- und ineinanderschieben (das Blättern der Seife). Nimmt eine herausgenommene Probe der Seife beim vollkommenen Erkalten auf einer Glasplatte eine so zähe Beschaffenheit an, dass sie von dem Glase abgezogen werden kann, so ist die Seife fertig.

Verschiedene andere Seifen. Andere weiche Seifen sind eine aus Schweinefett dargestellte, welche mit dem ätherischen Oele der bittern Mandeln versetzt als Mandelseife bekannt ist; ferner eine in England versuchsweise fabricirte Fischseife aus Fischen, Talg und Harz; Wollseife, nach Chaptal aus Scheerwolle, Kalilauge u. s. w. Die sogenannte Knochenseife ist nichts als ein Gemenge von gewöhnlicher Harz- oder Cocosnussölseife mit Knochengallerte. Zur Fabrikation dieser Seife werden Knochen mit Salzsäure behandelt, um den darin enthaltenen phosphorsauren Kalk aufzulösen, und die zurückbleibende, mit Wasser gut ausgewaschene Gallerte zu dem Seifenleim während des Siedens gegeben. Eine andere Art Knochenseife ist die Liverpool-Armenseife, welche sämmtliche Bestandtheile der Knochen, also nicht nur die Gallerte, sondern auch die Knochenerde enthält. Die in Stücke zerschlagenen Knochen werden mit Kalilauge erweicht und die erweichte Masse unter fortwährendem Sieden mit dem zu verseifenden Oele gemischt. Da es bei den Knochenseifen darauf abgesehen ist, dem Unbemittelten für wenig Geld ein grosses Stück Seife zu liefern, so fällt natürlicherweise bei deren Fabrikation das Aussalzen und Abscheiden von der Mutterlauge weg.

Die Kieselseife ist gewöhnliche Oel- oder Talgseife, in welche man, um sie ersparender zu machen, Kieselerde eingerührt hat. Die Kieselerde stellt man zu diesem Zwecke dar, indem man gebrannte, mit Wasser abgeschreckte Kiesel- oder Feuersteine fein pulvert und sie in einem Kessel mit überschüssiger Natronlauge behandelt. Die Lauge dient dann zum Verseifen des Fettes. Die Kieselerde ist darin keineswegs in einer chemischen Verbindung, sondern nur mechanisch beigemengt. Anstatt der Kieselerde setzt man auch gepulverten Bimsstein hinzu und erhält die Bimssteinseife (*savon ponce*). In England stellt man die Kieselseife dar, indem man die Kieselerde nicht mechanisch, sondern als Wasserglaslösung der Seife zumischt. Nach Versuchen von Seeber kann jedoch eine Vermischung der harten Talg- und Oelseifen mit Wasserglas nur in geringem Grade stattfinden, da bei grössern Mengen ein Aussalzen eintritt. Anders verhält sich die Cocosnussölseife, welche bei einem Gehalte von 24 pCt. kieselsaurem Natron und 50 pCt. Wasser noch eine merkwürdige Härte zeigt.

Toilettenseifen. Die Toilettenseifen werden auf dreierlei Weise dargestellt, nämlich: 1) durch Umschmelzen von Rohseife, 2) durch die sogenannte kalte Parfümirung von fertiger geruchloser Seife, 3) durch directe Bereitung.

Die Methode des Umschmelzens wird einfach auf diese Weise ausgeführt, dass man die feingehobelte Seife unter fortwährendem Umkrücken in einem Kessel schmilzt und nach dem vollständigen Schmelzen der Seife die Riechstoffe zusetzt und das Ganze gehörig mischt, ehe man es in die Form bringt. Nach dem Verfahren der kalten Parfümirung wird die kalte geruchlose Seife in Riegel geschnitten, diese werden auf einer Maschine in Späne verwandelt, diese mit den Riechstoffen übergossen, mit den Pigmenten versehen und zwischen Walzen malaxirt, bis die Seife gleichmässig gefärbt und parfümirt erscheint. Diese Maschine verwandelt die Seifenmasse in breite Tafeln von beliebiger Dicke. Eine hierzu verwendbare Maschine — Pilirmaschine — ist von Struve in Leipzig construirt worden. Die vermittelst derselben dargestellten Seifen heissen gestosssene oder pilirte Seifen. Bei der directen Bereitung der Toilettenseifen wird der aus den reinsten Materialien selbst bereiteten Seife das Aroma und das Pigment in noch weichem Zustande einverleibt. Als Materialien wendet man an Zinnober für Roth, Ultramarin für Blau, eine Lösung von Krümelzucker in Lauge für Braun. Die pfirsichblüthfarbigen Adern,

welche gewisse Sorten von englischer parfümirter Seife durchziehen, sollen durch Zusatz von etwas Weinstein zu der mit Bittermandelöl parfümirten Seife entstehen.

Die transparenten oder durchscheinenden Seifen stellt man dar, indem man in Späne geschnittene, vollkommen getrocknete Talgseife mit einem gleichen Gewicht Alkohol übergiesst und das Gemenge in einer Destillirblase erhitzt, bis die Seife gelöst ist. Darauf lässt man die geschmolzene Masse erkalten, damit alle Unreinigkeiten sich absetzen und giesst nach einigen Stunden die klare Flüssigkeit in weissblechene Formen, in welchen den Seifentafeln verschiedene Erhabenheiten aufgedrückt werden. Die Seife wird erst nach 3—4 Wochen fest und brauchbar. Zur Färbung der transparenten Seife wendet man einen alkoholischen Auszug von Cochenille und Alkanna für roth und Curcumatinctur für gelb an. Das Parfümiren geschieht sehr häufig mit Zimmetöl.

Anwendung und Wirkungsweise der Seife. Die Seife wendet man bekanntlich an zum Reinigen der Haut, der Wäsche, der Tuche, der Wollenzeuge, zum Bleichen, als Schmiermittel, um die Reibung zu verhindern, zur Darstellung lithographischer Tinte u. s. w. Die reinigende Eigenschaft der Seife hat man vielfach dem in ihr enthaltenen Kali zugeschrieben und die Frage, warum man nicht lieber geradezu Alkalien, kohlensaure oder ätzende, anwende, dahin beantwortet, dass freies Alkali wol im Allgemeinen zu ätzend sein möchte. Das Alkali, obwol es durch seine Verbindung mit den fetten Säuren wesentlich milder geworden ist, hat doch seine Fähigkeit nicht verloren, sich mit Schmutz mancherlei Art, namentlich mit fettigen Substanzen zu verbinden. Die chemische Erklärung dieses eigenthümlichen Verhaltens lässt sich in der von Chevreul beobachteten Thatsache finden, dass sich die neutralen Salze der Alkalien der fetten Säuren (Stearinsäure, Palmitinsäure, Oelsäure) bei ihrer Auflösung in Wasser zersetzen, wobei zweifach-fettsaures Salz sich unlöslich ausscheidet, während Alkali frei wird. Durch das freie Alkali wird die anhängende Unreinigkeit von der Faser entfernt und durch die ausgeschiedenen fettsauren Salze eingehüllt und so ein erneutes Niederschlagen derselben verhindert. Der Seifenschaum hält die Schmutztheilchen ebenfalls suspendirt. Die Fettsäuren in der Seife sind als Einhüllungsmittel und Träger der Alkalien anzusehen, wie zugleich als Schutzmittel gegen den Uebergang der Alkalien in den kohlensauren Zustand.

Seifenprobe. Wenn man die in den vorhergehenden Seiten entwickelten Ansichten über die Wirkungsweise der Seife festhält, so sind auch schon im Allgemeinen die Principien gegeben, auf welchen die richtige Beurtheilung der Werthbestimmung der Seife beruht. Je grösser in einer gegebenen Seife die Quantität der eigentlichen fettsauren Verbindung ist, desto grösser ist ihr Werth. Eine normale Seife sollte neben dem fettsauren Alkali nur noch freies Wasser enthalten und es giebt demnach die Wasserbestimmung schon einen werthvollen Anhaltepunkt der Bestimmung des Werthes der Seife. Mit der Wassermenge in genauer Beziehung steht eine andere Eigenschaft der Seifen, die bei ihrer Werthbestimmung nicht unberücksichtigt gelassen werden darf. Wenn der Wassergehalt der Seife so gering ist, dass er eine gewisse, für jede Seifensorte besondere Grenze überschritten hat, so werden die Seifen so hart, dass es grosse Mühe kostet, durch Reiben die nöthige Menge abzulösen, wobei, abgesehen von dem unnöthigen Kraftaufwande, die zu reinigenden Stoffe beträchtlich leiden. Dieser Uebelstand ist jedoch von untergeordneter Bedeutung, da der materielle Werth einer derartigen Seife um so grösser ist, und man erinnere sich, dass es früher „zur Zeit der Kernseife“ in geordneten Haushaltungen Gebrauch war, Kernseife Jahrzehnte hindurch aufzubewahren, ehe man sie in Gebrauch nahm. Auf der andern Seite wird die Seife bei zu grossem Wassergehalt zu leicht löslich in Wasser, wodurch ein grosser Verlust herbeigeführt wird. Der Härtegrad der Seife bildet demnach einen zweiten Factor, der bei der Werthbestimmung der Seife zu berücksichtigen ist. Aber nicht der Wassergehalt und der Zustand der Härte einer

Seife sind als die einzigen Kriterien bei der Beurtheilung einer Seife in Betracht zu ziehen. Es kommen noch andere Umstände in Betracht. Die nach dem Austrocknen der Seife zurückbleibende Substanz muss, wenn die untersuchte Seife als Kernseife verkauft worden war, neutrales fettsaures Alkali sein und darf weder freies Alkali, noch Kochsalz, noch unverseiftes Fett enthalten. Das Vorhandensein von freiem Alkali ist in den meisten Fällen nachtheilig, in einzelnen wieder vortheilhaft; unverbundenes Fett dagegen verhindert die Bildung von reichlichem Seifenschaum und ertheilt der Seife nach einiger Zeit einen ranzigen Geruch.

Probe von Heeren. Heeren empfiehlt die von D'Arcet schon vor längerer Zeit vorgeschlagene Methode der Bestimmung der Fettsubstanzen einer Seife, um daraus den Werth derselben zu ermitteln. Man schneidet die zu untersuchende Seife in Späne, worauf man etwa 0,30 Grm. genau abwägt und mit einer kleinen Menge destillirten Wassers übergiesst; man erwärmt etwas, um die Lösung der Seife zu befördern, setzt dann etwa 20 Tropfen Salzsäure hinzu und lässt das Gefäss, in welchem man die Auflösung der Seife vornahm, so lange in der Wärme stehen, bis das aus der Seife abgeschiedene Fett als klares Oel auf der Oberfläche des Wassers schwimmt. Darauf setzt man 0,30 Grm. weisses Wachs hinzu und lässt das Ganze erkalten. Die erkaltete Fettmasse wird ausgepresst, getrocknet und gewogen. Die Gewichtszunahme giebt die Menge der in der Seife enthaltenen fetten Substanzen. Man würde einen kleinen Fehler begehen, wollte man aus der so gefundenen Fettmasse geradezu die Menge des zur Seife verwendeten Fettes berechnen, da das Fett während des Verseifens in Fettsäuren verwandelt wird, wodurch es unter Abscheidung des Glycerins $^1/_{20}$ an Gewicht verliert. Man erhält daher die Menge des zu der Seife verwendeten Fettes, wenn man zu der gefundenen Menge den neunzehnten Theil addirt. Frische Kernseife giebt nach dieser Methode 61—68 pCt., gefüllte Seife $43^1/_5$—47 pCt. Fettmasse, doch würde eine solche gefüllte Seife schon als eine geringe zu betrachten sein. 54 pCt. Fettmasse für eine schon etwas abgetrocknete gefüllte Seife dürfte als Norm angenommen werden. Kernseife löst sich fast vollständig in Alkohol, gefüllte Seife hinterlässt die beigemengten fremden Salze.

Methode des Aussalzens. In den meisten Fällen beschränkt sich der Consument auf die Ermittelung der Menge des in der Seife enthaltenen Wassers. Der Wassergehalt muss als einer der wichtigsten Factoren bei der Werthbestimmung angesehen werden, und es lässt sich aus demselben allein, vorausgesetzt, dass die Seife nicht zu grosse Mengen von fremdartigen Stoffen enthalte, der Werth einer Seife annähernd und mit grosser Sicherheit bestimmen. Die Mittel, den Wassergehalt zu bestimmen, sind 1) Trocknen einer abgewogenen Menge geschabter Seife im Wasserbade, 2) die Methode des Aussalzens, nach welcher die frische Seife in gesättigte Kochsalzlösung eingetragen wird, wodurch sie sich beim Kochen zu einer festen wasserarmen Masse zusammenballt, die nach dem vorherigen Abspülen mit Wasser getrocknet und gewogen wird. Durch den Gewichtsverlust giebt sich der ursprüngliche Wassergehalt der Seife zu erkennen. Diese Prüfungsmethode ist wegen ihrer Einfachheit und genügenden Genauigkeit sehr zu empfehlen.

I. Kernseifen.	Wassergehalt.	Durch Aussalzen erhaltene ausgetrockne Seifen.
a) Talgseife, weiss	26,0	69
b) „ marmorirt	25,5	68
c) „ grau	27,2	68
im Durchschnitt	26,2	68,3
d) Talg-Palmölseife	24,0	70
e) Palmölseife	20,7	76
II. Gefüllte Seifen.		
im Durchschnitt	37,3	54,6

In neuerer Zeit tauchen nicht selten gefüllte Seifen auf, welche 64 pCt. Wasser enthalten und nach dem Aussalzen nur 20—21 pCt. trockene Seife geben.

Chemische Seifenprobe. Wenn es sich um genauere chemische Analyse einer Seifensorte handelt, hat man auf folgende Weise zu verfahren:

1) 50 Grm. der frischen Seife werden fein geschabt und im Wasserbad vollständig ausgetrocknet; aus dem Verlust ergiebt sich der Wassergehalt;

2) $12^1/_2$ Grm. frischer geschabter Seife werden der Luft so lange ausgesetzt, bis das ie Alkali derselben zu kohlensaurem geworden, sodann getrocknet und in Alkohol gelöst;

a) in dem Rückstand, der dabei ungelöst zurückbleibt, findet man

α) durch Wägung den Gesammtgehalt an freiem Alkali (als kohlensaures) und fremden Salzen,

β) durch Neutralisation mit einer Probesäure (p. 208) die Menge der freien Alkalien,

γ) durch Subtraction der letztern die Menge der fremden Salze.

b) Die bei 2) erhaltene alkoholische Lösung wird bis zur Syrupsconsistenz abgedampft, mit Wasser versetzt und durch Salzsäure zerlegt, die erhaltenen fetten Säuren werden nach dem Auswaschen bis zur Entfernung aller Wassertheile im Wasserbad erhitzt.

c) Die wässerige Flüssigkeit von b wird abgedampft und geglüht; der Rückstand wird als Chlornatrium betrachtet und daraus das Natron durch Rechnung gefunden.

3) Um das freie unverbundene Fett zu bestimmen, zersetzt man 10 Grm. der frischen Seife mit Salzsäure, verseift die Fettsubstanz mit Baryt und zieht die Barytseife mit Alkohol aus, wobei nur das unverseifte Fett gelöst wird.

4) Die Natur der fetten Säuren in der Seife erfährt man, indem man etwa 5 Grm. der Seife in Wasser löst, die Lösung mit Schwefelsäure zersetzt und den Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt der fetten Säuren ermittelt, obgleich daraus mit Bestimmtheit die Art der fetten Säure sich nicht ergiebt, da man es stets mit einem Gemenge von mindestens drei verschiedenen fetten Säuren zu thun hat und der Schmelzpunkt eines Gemenges mehrerer Fettsäuren nach der Untersuchung von Heinz stets weit niedriger ist, als er es der Berechnung nach sein sollte. Im Allgemeinen kann man mit Stöckhardt annehmen, dass die aus den gefüllten Seifen ausgeschiedenen fetten Säuren durchgehends einen niedrigern Schmelzpunkt besitzen, als die aus den Kernseifen erhaltenen fetten Säuren.

Probe nach Bolley. Die von Bolley empfohlene Methode der Seifenprüfung ist folgende: Man wägt 1 Grm. der zu untersuchenden Seife ab und übergiesst diese Menge mit Aether, in welchem die Auflösung nicht stattfindet und fügt dazu ein etwas geringeres Volumen von reiner Essigsäure. Es bilden sich sofort zwei Schichten, deren obere ätherische die fette Säure, die untere wässerige das essigsaure Alkali und die fremden Salze der Seife enthält, während unlösliche Beimengungen je nach ihrer Beschaffenheit in verschiedener Form abgeschieden sind. Sand, Bimssteinpulver und dergl. findet sich am Boden des Glases ausgeschieden; andere, organischen Ursprungs, wie z. B. Stärkemehl, sind suspendirt, in der Flüssigkeitsschicht unter dem Aether. Mit Hülfe einer Pipette werden beide Flüssigkeitsschichten von einander getrennt, die ätherische Lösung im tarirten Bechergläschen über dem Wasserbade verdunstet und die rückständige Fettsäure gewogen. Die wässerige Flüssigkeit dampft man in einer Platinschale bis zur Trockne ab und ermittelt den Gehalt an Alkali nach bekannten Methoden.

Nach Müller. Zur genauen Ermittelung des Handelswerthes der Seife ist auch von Alex. Müller ein Verfahren vorgeschlagen worden, welches zunächst den bei Weitem am meisten vorkommenden Natronseifen gilt. Nach ihm löst man 2—3 Grm. Seife in einem tarirten Becherglase in 80—100 Kubikcentim. Wasser durch Erwärmen im Wasserbade, und fügt nach und nach mittelst einer Bürette 3—4 Mal mehr verdünnte Schwefelsäure hinzu, als zur Zersetzung der Seife erforderlich ist. Nach der vollständigen Abscheidung der fetten Säuren lässt man erkalten, filtrirt durch ein befeuchtetes, bei 100° getrocknetes und gewogenes Filter und wäscht mit Wasser aus bis zum Verschwinden der sauren Reaction. Das Filter mit dem Inhalte wird in einem gewogenen Becherglase im Wasser getrocknet und gewogen, wo man sodann nach Abzug des Glases und Filters das Gewicht der Fettsäure erfährt. Die saure, von den fetten Säuren abgelaufene Flüssigkeit wird mit Lakmustinctur gefärbt und bis zur eintretenden Bläuung mit einer titrirten alkalischen Flüssigkeit (Zuckerkalk oder Natronlauge) versetzt. Aus der Differenz der auf die früher zugegossene Schwefelsäure berechneten und der bei dem letzten Versuche verbrauchten Menge der alkalischen Flüssigkeit lässt sich der Gehalt der Seife an wirksamem Alkali berechnen.

Unlösliche Seifen. Alle Seifen, welche nicht Kali oder Natron zur Base haben, sind im Wasser und Alkohol unlöslich. Viele dieser unlöslichen Seifen sind für die Technik von grosser Wichtigkeit und dürften noch ausgedehnterer Anwendung fähig sein. Die Kalkseife spielt eine wichtige Rolle in der Stearinkerzenfabrikation. Man erhält sie entweder direct durch Verseifen von Fett mit Kalkhydrat oder Aetzkali oder durch Zerlegen von in Wasser löslicher Seife mit einem löslichen Kalksalze; sie bildet sich daher fortwährend, wenn Seife in hartem Wasser gelöst werden soll. Die Baryt- und Strontianseife sind der Kalkseife sehr ähnlich. Magnesiaseife bildet sich nur schwierig auf directem Wege, indirect bildet sie sich unter Anderm beim Auflösen von gewöhnlicher Seife in Meerwasser.

Die Thonerdeseife ist ohne Zweifel eine der wichtigsten unlöslichen Seifen; Thonerde verseift die Fette nicht, wenn man aber Kali oder Natron als vermittelnde Körper anwendet, so bildet sich Thonerdeseife, welche wiederholt vorgeschlagen worden ist, um Gewebe, Holz und dergl. wasserdicht zu machen. So schlägt Jarry vor, Holz (Eisenbahnschwellen) durch Tränken mit stearinsaurer Thonerde vor Feuchtigkeit zu schützen, was wohl beachtet zu werden verdient. Das in den letzten Jahren vielfach zur Anwendung gekommene Mittel, Zeuge durch Behandeln mit essigsaurer Thonerde und dann mit Seifenlösung wasserdicht zu machen, beruht gleichfalls auf der Bildung von Thonseife. Beim Aviviren mit Thonerdesalzen gebeizter und gefärbter und bedruckter Zeuge mit einer Lösung von Seife bildet sich auch ölsaure Thonerde. Die Thonerdeseife wird ferner in neuerer Zeit nach dem Vorschlage von Knapp zum Gerben angewendet. Ebenso auch die Eisen- und Chromoxydseife. Die harzsaure Thonerde (Harzseife) dient zum Leimen der Papiermasse. Die Manganseife wird durch Zersetzen von schwefelsaurem Manganoxydul mit gewöhnlicher Seife oder durch Auflösen von kohlensaurem Manganoxydul in Oelsäure durch Kochen dargestellt. Die Zinkseife, durch doppelte Zersetzung aus schwefelsaurem Zinkoxyd und Seife oder durch Verseifen von Zinkweiss (Zinkoxyd) mit Olivenöl oder Fett in der Wärme dargestellt, bildet eine gelblichweisse Masse, die nach der ersten Methode erhalten, schnell zu einer zerreiblichen Masse eintrocknet, durch Verseifen von Zinkweiss bereitet dagegen als pflasterähnliche Substanz (Zinkpflaster) erscheint. Die Zinkseife bildet sich ferner bei der Anwendung von Zinkweiss als Oelfarbe. Die Bleiseife (Bleipflaster) wird durch Verseifen von Bleiglätte oder Bleiweiss mit Olivenöl oder durch Zersetzung von essigsaurem Bleioxyd mit löslicher Seife erhalten. Eine gelblichweisse pflasterähnliche Masse, die auch in dem Bleiglättfirniss enthalten ist. Die Zinnseife, durch doppelte Zersetzung von Zinnchlorür oder Zinnchlorid mit Seife erhalten, bildet sich beim Aviviren der mit Zinnlösung vorgebeizten und mit Krappräparaten ausgefärbten Zeuge. Die Kupferseife entsteht durch Fällen von Kupfervitriollösung mit Seife; sie ist eine grüne, trockne und spröde werdende, wenig in Alkohol, leichter in Aether und Oelen lösliche Masse, welche man auch durch Kochen von Oelsäure mit kohlensaurem Kupferoxyd darstellen kann. Sie macht einen Bestandtheil des Glühwachses (vergl. Seite 123) aus. Ein Gemenge von Kupfer- und Eisenseife, durch Fällen einer Lösung von Kupfer- und Eisenvitriol mit Seife dargestellt, dient mit Bleiglättfirniss und Wachs zusammengeschmolzen, um Gypsabgüssen einen sehr dauerhaften grünen, bronzeähnlichen Ueberzug zu geben. Die Quecksilberseife, aus Quecksilberchlorid und Seife dargestellt, ist klebrig, schwierig trocknend, weiss, wird durch Luft und Licht grau und in der Wärme flüssig; ist schwer in Alkohol, leicht in Oel löslich. Die Silber-, Gold- und Platinseife, durch doppelte Zersetzung dargestellt, haben bisjetzt keine Anwendung gefunden. Die Goldseife möchte zur Erzeugung von Glanzvergoldung auf Porcellan, die Silberseife als haarschwärzendes Mittel Beachtung verdienen.

Die Borsäure und der Borax.

Borsäure. Die Borsäure findet sich in der Natur mit Hydratwasser verbunden in dem Sassolin $BO_3 + 3\,HO$ aus

Borsäure	BO_3	35	56,38
Wasser	HO	27	33,62
		62	100,000

bestehend, ferner in folgenden Mineralien:

Boracit (borsaurer Magnesia)	mit	69,29	pCt.	Borsäure
Rhodicit (borsaurem Kalk) *)	„	30—45	„	„
Hydroboracit	„	47	„	„
Tinkal oder Borax (borsaur. Natron)	„	36,53	„	„
Datolith (Boro-Silicat)	„	18	„	„
Botryolith (desgl.)	„	20,35	„	„
Axinit (desgl.)	„	2—6,6	„	„
Turmalin (Schörl) (desgl.)	„	2—11,8	„	„

In geringer Menge kommt die Borsäure auch in dem Stassfurtit und in vielen Mineralwässern vor.

*) Das unter dem Namen Hayessin und Tinkalzit aus der Provinz Tarapaca in

Das Borsäurehydrat findet sich als Sassolin in mehreren vulkanischen Gegenden, besonders auf einer der liparischen Inseln (Volcano) in Verbindung mit Schwefel, in den heissen Quellen von Sasso bei Siena und vor Allem in den Lagunen von Toscana vor. Höffer und Mascagni wiesen zuerst 1776 die Borsäure in diesen Gewässern nach. Nahe bei der Küste entsteigen dem Boden heisse Wasserdämpfe, welche Borsäure mit sich führen. Es bilden sich kleine Sümpfe*) und die Ausbeute dieser Lagoni wurde für Toscana eine reiche Erwerbsquelle. Die Borsäurelagunen liegen zerstreut auf einem Raume von etwa sechs Meilen im Umfange. Seit dem Jahre 1818 wurden künstliche Lagunen angelegt, um die Borsäure der Soffioni fabrikmässig zu gewinnen. Die ersten Lagunen entstanden am Monte Cerboli und somit war der Grund gelegt zu dem Orte, welcher später nach dem Besitzer Larderel, Larderello genannt wurde. Später entstanden noch mehrere andere Borsäurefabriken, so zu Lustignano, am Monterotondo, zu San Federigo, Castelnuovo, Sasso, Serrazzano und Lago, von denen eine jede 8, 15, 17, 30, selbst 35 Lagunen besitzt.

Die Borsäurefabrikation Toscanas beschäftigt gegenwärtig 1200 Arbeiter und trägt 1,200,000 Frcs.

Der Boden der natürlichen Lagunen ist aus Schlamm gebildet, der durch ein scheinbares Sieden ununterbrochen bewegt wird, eine Erscheinung, die von der unausgesetzten Bildung von Fumarolen herrührt. In der Regel finden sich die Mündungen der Dampfquellen an den tiefsten Stellen der Thäler; das daraus durch Abkühlung condensirte Wasser verbreitet sich dann über das umliegende Terrain und bildet daraus einen Sumpf, in welchem sich alle in den Fumarolen enthaltenen verdichtbaren Stoffe absetzen.

Nach einer Untersuchung von Payen bestehen die Dämpfe der Fumarolen aus durch Abkühlung verdichtbaren und nicht verdichtbaren Stoffen. Die ersteren bestehen aus Wasser, schwefelsaurem Kalk, schwefelsaurer Magnesia, schwefelsaurem Ammoniak, Chloreisen, Salzsäure, organischer Substanz, einem ätherischen Oele von Fischgeruch, Thon, Sand und kleiner Menge von Borsäure; der nicht condensirte gasförmige Theil der Fumarolen bestand aus

Kohlensäure	0,573
Stickstoff	0,348
Sauerstoff	0,0657
Schwefelwasserstoff	0,0133

Payen fand in den Fumarolen eine so äusserst geringe Menge Borsäure, dass man durch alleinige Condensation der Dämpfe die Borsäure daraus kaum würde gewinnen können. Gehen die Fumarolen aber durch ein mit Wasser angefülltes Bassin, wie es in den natürlichen und künstlichen Lagunen der Fall ist, so findet sich nach einiger Zeit in dem Wasser derselben so viel Borsäure, dass deren Fabrikation daraus ermöglicht ist. Dieses Factum sucht Payen durch die Annahme zu erklären, dass in dem zerklüfteten Gesteine, durch welches die Fumarolen in die Lagunen treten, abgelagerte Borsäure sich befinde. Es scheint daher das zeitweilige Eindringen von Wasser in die Klüfte und Spalten nothwendig, um die daselbst abgelagerte Borsäure mit den Wasserdämpfen emporzureissen.

Den Angaben Payen's zuwider fand C. Schmidt in neuerer Zeit, dass in den Fumarolen, noch ehe sie in das Wasser der Lagunen treten, Borsäure enthalten sei, dass die unmittelbar ohne Wasserzutritt verdichteten Dämpfe präformirte Borsäure neben Kohlensäure und Ammoniak in grosser, Schwefelwasserstoff in keiner Menge enthalten. Das Fumarolenliquidum enthält ungefähr 0,1 pCt. Borsäure.

Theorie der Bildung der natürlichen Borsäure. Dumas und nach ihm Payen stellen zur Erklärung der Bildung der vulkanischen Borsäure die Hypothese auf, dass im Innern der Erde ein Lager von Schwefelbor ($B\,S_3$) sich befinde, welches, wenn es mit dem Meerwasser in Berührung kommt, sich mit dem Wasser zu Borsäure und Schwefelwasserstoff umsetze:

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Schwefelbor} & B\,S_3\\ \text{Wasser} & 3\,H\,O\end{array}\right\}\ \text{geben}\ \left\{\begin{array}{l}\text{Borsäure } B\,O_3\\ \text{Schwefelwasserstoff } 3\,H\,S\end{array}\right.$$

Peru und von der Westküste Afrika's im Handel vorkommende Natron-Kalk-Borat enthält 30 bis 36 pCt. Borsäure.

*) Diese Dämpfe führen den Namen *Lagoni, Fumacchi, Fumarole, Soffioni, Mofetti.*

Allerdings ist eine Schwefelwasserstoffentwickelung in den Lagunen stets zu bemerken, welche aber wahrscheinlich nur in einem zufälligen Zusammenhange mit der Borsäure steht. Bolley erklärt die Bildung der Borsäure und des Sassolins aus dem Verhalten des Borax zu Salmiak, der sich ebenso wie der Borax, auch der Boracit, Datolith, Turmalin und Axinit verhält. In vulkanischen Gegenden ist bekanntlich das Vorkommen des Salmiaks etwas sehr Gewöhnliches; es bedarf daher nur zur Borsäurebildung des gleichzeitigen Vorkommens eines solchen Minerals. Bei überschüssigem Salmiak wird nämlich der Borax vollständig in Chlornatrium und Borsäure zerlegt, wahrscheinlich geschieht dasselbe auch bei andern Borsäureverbindungen. Die Hypothese Bolley's nimmt zur Erklärung der Bildung der vulkanischen Borsäure den Salmiak, ebenfalls ein vulkanisches Produkt, zu Hülfe, welches indessen, andern Beobachtungen zufolge, nicht vor der Borsäure schon da war, sondern sich gleichzeitig mit derselben bildete. Nach einer zuerst von mir im Jahre 1851 ausgesprochenen Ansicht, die 1854 durch Prof. Becchi in Florenz ihre Bestätigung fand, befindet sich im Erdinnern Borstickstoff (B N), welcher ebenso wie der von Wöhler künstlich dargestellte durch heisse Wasserdämpfe in Borsäure und Ammoniak zerlegt wird:

Borstickstoff	BN	geben	Borsäure	BO_3
Wasserdämpfe	$3HO$		Ammoniak	NH_3

Auch Warington (1854) leitet die Entstehung der Borsäure und des Ammoniaks in Vulkanen aus der Zersetzung von Borstickstoff durch Wasserdämpfe ab und will an der Borsäure und dem Salmiak von der liparischen Insel Volcano noch unzersetzten Borstickstoff gefunden haben. Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch durch die Zerlegung borsäurehaltiger Gesteine durch Salzsäure oder Schwefelsäure in vulkanischen Gegenden sich Borsäure bilden kann.

Gewinnung der Borsäure. Um die Borsäure zu gewinnen, legt man über den Zerklüftungen, aus welchen sich die Fumarolen entwickeln, mehrere gemauerte Bassins übereinander an, in welche so viel als möglich Soffioni münden. Das oberste Bassin ist mit reinem Wasser angefüllt, aus diesem strömt es in die tieferstehenden, bis dasselbe mit Borsäure gesättigt ist. Das Wasser bleibt ungefähr 24 Stunden lang in jedem Bassin; das Wasser derselben wird durch die zuweilen sich heftig entwickelnden Soffioni heftig bewegt. Nachdem die Borsäurelösung alle Bassins (künstliche Lagunen) durchlaufen hat, lässt man sie in grosse Cisternen fliessen, in welchen sich die Unreinigkeiten absetzen. Aus dieser Cisterne fliesst die Lösung in die Abdampfpfannen. Zum Abdampfen der Borsäurelösung benutzt man die Wärme derjenigen Soffioni, welche wegen ungünstiger Lage sich nicht zur Anlegung von Lagunen eignen. Man umgiebt die Dampfquellen mit einem hölzernen Kamin und leitet sie in gemauerten unterirdischen Kanälen unter die Abdampfbatterien. In den Pfannen setzen sich noch verschiedene Unreinigkeiten, namentlich Gyps ab. Sobald die Lösung ein spec. Gewicht von 1,070—1,08 bei 80° zeigt, bringt man sie in hölzerne, mit Blei ausgefütterte Krystallisirgefässe, in welchen sich die Borsäure krystallinisch absetzt; man lässt in Körben die Mutterlauge abtropfen und trocknet sie in einem Trockenofen, der ebenfalls durch die Wärme der Soffioni geheizt wird.

Auf vorstehende Weise wird im Allgemeinen in Toscana die Borsäure gewonnen. Es lassen sich aber nicht alle Borsäure führenden Terrains nach dem gewöhnlichen Verfahren ausbeuten; man hat deshalb zur Gewinnung der Borsäure aus dem Wasser des Monte-rotondo-Sees mit Erfolg ein neues Verfahren eingeführt. Der Borsäuregehalt dieses Wassers betrug ursprünglich nur etwa $^1/_{2000}$ und wegen dieses geringen Gehaltes wurde dasselbe nicht zur Borsäuregewinnung benutzt. Das den See umgebende Terrain lässt hier und da schwache Dampfströme hervortreten, die, wenn sie in gewöhnlicher Weise benutzt worden wären, keine erhebliche Menge von Borsäure gegeben haben würden; das Abdampfen des Wassers mittelst Brennmaterial war aber bei dem geringen Gehalt desselben nicht statthaft. Der See wurde daher mit einem Graben umgeben, der das Quellwasser, welches sonst in den See floss, sowie den grössern Theil des sonst in den See fliessenden Regenwassers, auffängt. In Folge dieser Einrichtung enthält das Wasser des Sees nun etwa 2 pro Mille Borsäure, also in gleichem Gewichte 4 Mal so viel als früher. Man hat ferner Bohrlöcher, im Mittel von 45 Metern Tiefe angelegt, aus denen reichlich heisse Dämpfe ausströmen, welche man zum

Abdampfen des Wassers benutzt. Die den Bohrlöchern entströmenden heissen Dämpfe enthalten im Allgemeinen ziemlich beträchtliche Mengen Borsäure, welche man durch eine partielle Condensation gewinnt, worauf der nicht condensirte Dampf zum Heizen der Kessel dient.

In dem Grade, als der Verbrauch der Borsäure zugenommen hat, macht man bezüglich ihrer Reinheit immer grössere Ansprüche. Früher begnügte man sich mit einer Säure, welche 70—80 pCt. Borsäurehydrat enthielt, gegenwärtig will man nur gereinigte Säure, die höchstens 10 pCt. Unreinigkeiten enthält. Man reinigt sie durch Umkrystallisiren und Behandeln der Lösung mit Thierkohle. Clouet schlägt vor, die rohe Borsäure behufs ihrer Reinigung mit 5 pCt. gewöhnlicher Salpetersäure zu vermischen, die Masse einige Stunden lang liegen zu lassen und sie dann in einem Ofen zu erhitzen. Durch diese Behandlung werden sowol die organischen Stoffe als auch die Ammoniaksalze, welche in der rohen Borsäure enthalten sind, zerstört und verflüchtigt, und man erhält aus derselben einen viel reineren Borax als bei der Anwendung der rohen Säure.

Ehedem, als die Borsäure nur mehr pharmaceutische Verwendung fand, bereitete man die Borsäure, indem man 1 Th. Borax in 4 Th. siedendem Wasser löste und $^1/_3$ Th. Schwefelsäure oder besser $^1/_2$ Th. Salzsäure von 1,2 spec. Gew. zusetzte. Die Säure scheidet sich dabei beim Erkalten ab und wird durch Umkrystallisiren gereinigt.

Eigenschaften und Verwendung der Borsäure. Die gereinigte krystallisirte Borsäure krystallisirt in perlmutterglänzenden Blättchen, verliert bis über 100° erhitzt die Hälfte ihres Krystallwassers, ohne zu schmelzen, während die andere Hälfte erst in der Glühhitze und Schmelzen unter starkem Aufblähen ausgetrieben werden kann. Nach dem Erkalten erscheint die wasserfreie Säure als ein durchsichtiges, hartes, sprödes Glas von 1,83 spec. Gewichte. Eine bei 8° gesättigte Lösung hat ein spec. Gewicht von 1,014. Die Borsäure ist eine feuerbeständige Säure und treibt, mit schwefelsauren Salzen erhitzt, aus letzteren die Schwefelsäure aus. Mit Wasser- und Alkoholdämpfen verflüchtigt sie sich. Sie ertheilt der Alkoholflamme eine grüne Färbung. Die Borsäure wird zur Fabrikation des Borax, zum Glasiren gewisser Porcellanarten und in wässeriger Lösung mit Schwefelsäure vermischt zum Tränken der Dochte bei der Stearin- und Paraffinkerzenfabrikation verwendet. Ausserdem dient sie zum Färben des Goldes, zur Darstellung von Flintglas, künstlichen Edelsteinen. Seit dem Jahre 1859 benutzt man auch die Borsäure bei der Fabrikation desjenigen Chromoxydhydrates, welches unter dem Namen Smaragdgrün, Pannetier's Grün, *Vert-Guignet*, im Handel sich findet.*)

Borax. Der Borax oder das borsaure Natron enthält im wasserfreien Zustande NaO, 2 BO_3 und besteht in 100 Theilen aus

Borsäure 2 BO_3	69,8	69,05
Natron NaO	31	30,95
	100,8	100,00

er findet sich fertig gebildet in der Natur in einigen alpinischen Seen in den Schneegebirgen von Indien, China, Persien, auf Ceylon und in Südamerika, namentlich in dem See Teschu-Lumbu in Gross-Thibet, welcher fünfzehn Tagereisen von dem Orte gleiches Namens liegt und eine unerschöpfliche Quelle von Borax liefert. Der durch freiwillige Verdunstung durch die Sonnenwärme aus dem Wasser der Boraxseen herauskrystallisirte Borax wurde früher in grosser Menge unter dem Namen Tinkal, Tinkana, Swaga oder Pounxa in Europa eingeführt. Er erschien in kleinen sechsseitigen, mehr oder minder abgeplatteten Krystallen, die bisweilen farblos, bald aber auch gelblich oder grünlich waren und auf der Oberfläche immer eine erdige Rinde zeigten, die sich fettig anfühlte und seifenähnlich roch. Die Raffinirung des rohen Borax geschah in Venedig, welches lange Zeit ausschliesslich im Besitz des Geheimnisses der Raffinationsmethode war, und später in Holland.

*) Vergl. Wagner's Jahresbericht pro 1859 p. 266.

Die Reinigung des Tinkal lässt sich auf verschiedene Weise ausführen. Nach der älteren Methode bringt man ihn auf einen Spitzbeutel und wäscht ihn mit einer Lösung von Natron, welche 5 pCt. davon enthält, so lange, als die Flüssigkeit noch gefärbt hindurchläuft; durch dieses Auswaschen wird der Borax von der anhängenden Fettsubstanz befreit, welche mit der Soda zu einer im Wasser leicht löslichen Seife zusammentritt. Nachdem der Borax gut abgetropft ist, löst man ihn in siedendem Wasser und giebt auf 100 Th. des zu raffinirenden Salzes 12 Th. krystallisirtes kohlensaures Natron zu und filtrirt dann die Lösung. Nach dem Filtriren wird die Lösung durch Abdampfen bis auf 18—20° B. gebracht und in hölzernen, mit Blei ausgefütterten Gefässen krystallisiren gelassen. Damit keine Krystallkrusten, sondern einzelne, wohl ausgebildete Krystalle sich bilden, ist es nothwendig, dass die Flüssigkeit sehr langsam sich abkühle.

Nach einem andern Verfahren übergiesst man denselben mit einer kleinen Menge kalten Wassers und setzt nach und nach unter Umrühren 1 pCt. Kalkhydrat hinzu. Nach einiger Zeit wird siedendes Wasser zugesetzt und die Flüssigkeit durchgeseiht. Es bleibt hierbei die Fettsubstanz, welche den Tinkal verunreinigte, als unlösliche Kalkseife zurück. Zu der Flüssigkeit setzt man 2 pCt. Chlorcalcium, seiht wieder durch, dampft die Flüssigkeit ab und lässt krystallisiren. Clouet zertheilt den Tinkal, um ihn zu reinigen, zu Pulver, mischt ihn mit 10 pCt. salpetersaurem Natron und calcinirt die Mischung bei mässigem Feuer in einer gusseisernen Pfanne, wobei die Fettsubstanzen zerstört werden. Man löst die calcinirte Masse nachher in Wasser auf und trennt die Lösung von der zurückgebliebenen Kohle, worauf man aus ihr durch Abdampfen und Krystallisiren ohne Weiteres rohen Borax enthält.

Borax aus Borsäure. Seit dem Jahre 1818 begann in Frankreich die Fabrikation von Borax mittelst toscanischer Borsäure und kohlensauren Natron, wodurch sich der Preis des Borax um $^3/_4$ erniedrigte. Dieses Verfahren ist gegenwärtig das allein übliche. Je nach dem Wassergehalte des krystallisirten Borax und seiner Krystallform unterscheidet man 1) den gewöhnlichen (natürlichen oder künstlichen) oder prismatischen Borax, 2) den octaëdrischen Borax, welcher nur die Hälfte des Krystallwassers des prismatischen Borax enthält.

Der prismatische Borax besteht aus

Borsäure	$2\,BO_3$	69,8	36,6
Natron	NaO	31	16,2
Krystallwasser	10 HO	90	47,2
		190,8	100,0

Der octaëdrische Borax aus

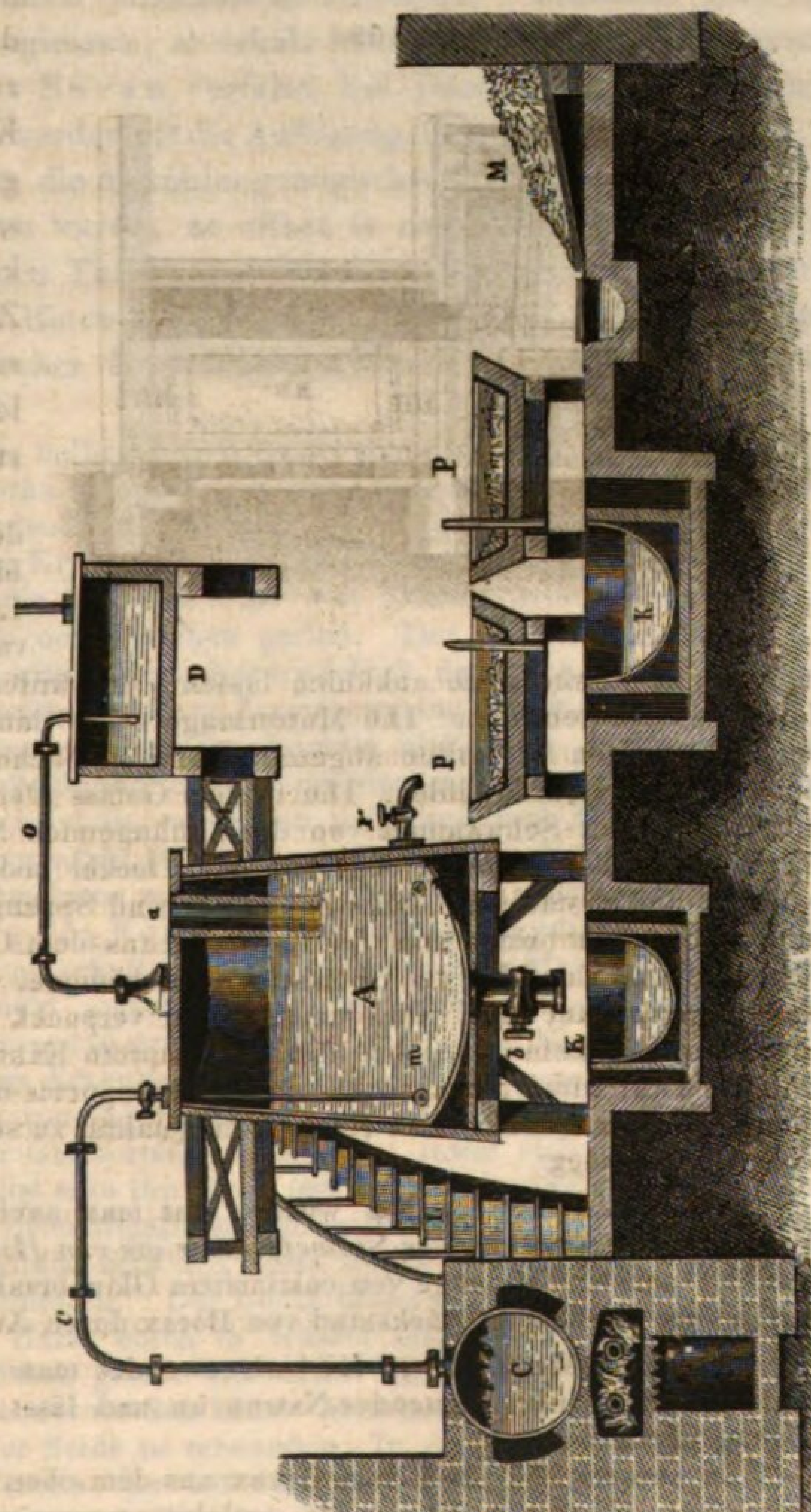
Borsäure	$2\,BO_3$	69,8	69,36
Natron	NaO	31	
Krystallwasser	5 HO	45	30,64
		145,8	100,00

Die Fabrikation des prismatischen Borax geschieht auf folgende Weise: Man löst in einem mit Bleiblech ausgefütterten Bottich *A* (Fig. 108 siehe folg. Seite), der durch Wasserdämpfe erwärmt werden kann, 26 Ctr. krystallisirtes kohlensaures Natron in etwa 1500 Litern Wasser und erhitzt bis zum Sieden. Der Dampfkessel *C* dient zur Bildung der Wasserdämpfe, die durch das Dampfrohr *c* in den Bottich geleitet werden und bei *m* ausströmen. Durch die Hähne *b* und *r* wird die Flüssigkeit aus *A* abgelassen. Durch das weite Rohr *a*, das durch einen Deckel genau verschlossen werden kann, trägt man die aufzulösenden Substanzen ein. Nachdem die Lösung vor sich gegangen und die Flüssigkeit siedet, wird die Borsäure in Quantitäten von 8—10 Pfd. eingetragen. Neben der Kohlensäure entwickeln sich auch kleine Mengen von kohlensaurem Ammoniak, welche durch das in dem Deckel des Apparates *A* befindliche Ableitungsrohr *o* in ein Gefäss mit verdünnter Schwefelsäure gelangen, von welcher das Ammoniak zurückgehalten wird. Zur Sättigung der erwähnten 26 Ctr. Soda hat man gegen 24 Ctr. roher Borsäure nothwendig.

Die siedend gesättigte Lösung zeigt 21—22° B. und hat eine Temperatur von 104°. Wäre sie dichter, so setzt man etwas Wasser hinzu; zeigte sie sich dagegen zu verdünnt, so löst man eine kleine Menge von rohem Borax in ihr auf, um sie bis auf 21° B. zu bringen. Die Lösung bleibt in dem Bottich *A* ruhig stehen, damit sich alle unlöslichen Substanzen daraus abscheiden. Die geklärte Lauge gelangt dann durch den Hahn *r* in die Krystallisir-

gefässe PP, der abgeschiedene Schlamm durch b in das untergesetzte Gefäss K. Die Krystallisirgefässe sind aus Holz und mit Bleiblech ausgefüttert. Nach 2 — 3 Tagen ist die Krystallisation beendigt. Die Mutterlauge wird aus allen Krystallisirbottichen in das Gefäss H gelassen. Die Krystalle kommen zum Abtropfen auf die geneigte Ebene M. Der so erhaltene Borax erscheint in kleinen zerbröckelten Krystallen, die behufs der Reinigung umkrystallisirt werden müssen.

Fig. 108.



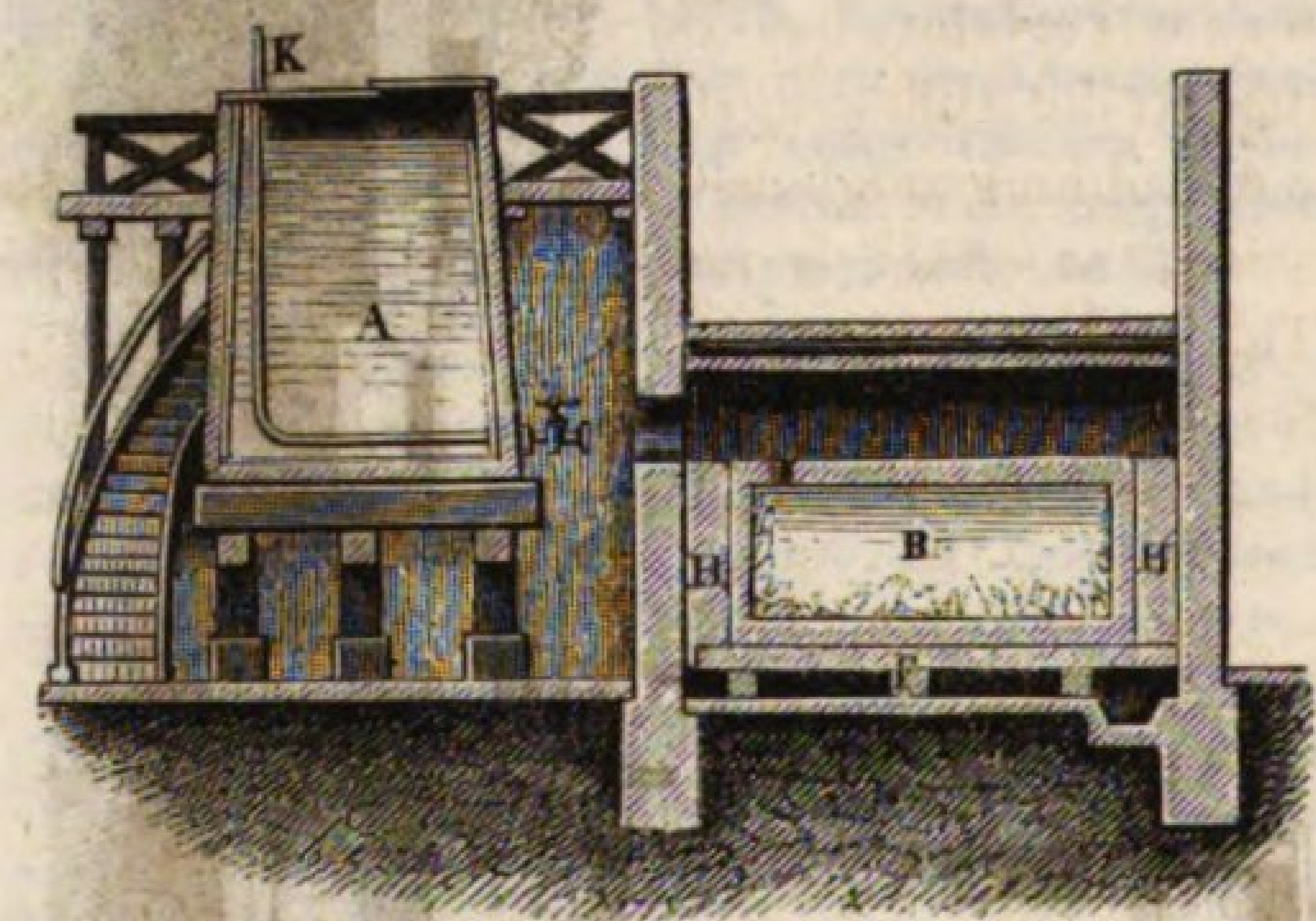
Die hierbei gewonnene Mutterlauge dient zum Lösen neuer Mengen von Soda. Nach drei bis vier Operationen enthält die Mutterlauge eine genügende Quantität Glaubersalz, um aus den Laugen sich krystallinisch abscheiden zu können. Zu diesem Behufe lässt man die Lauge bis auf 30° sich abkühlen. Da die Löslichkeit des Glaubersalzes in Wasser bei einer Temperatur von 33° ihr Maximum erreicht, so ist es klar, dass die Krystallisation des Glaubersalzes erst beginnen kann, sobald die des Borax beendigt ist. Nach der Krystallisation des Glaubersalzes, giebt die in einem eisernen Kessel abgedampfte Mutterlauge noch eine Krystallisation von Borax, deren Mutterlauge wieder auf Glaubersalz verarbeitet wird. Die letzten Mutterlaugen geben beim Eindampfen bis zur Trockne eine Salzmasse, die in der Glasfabrikation noch benutzt werden kann.

Bischof wirft die Frage auf, ob es nicht vortheilhafter sein möchte, dem Wasser der Lagunen Natron zuzusetzen und sogleich in Toscana Borax darzustellen, als in Frankreich und Liverpool aus der toscanischen Borsäure Borax zu fabriciren. Es würde auch dadurch der Verlust an Borsäure vermindert, welcher in Larderel's Fabrikanlagen durch deren Verflüchtigung entsteht.

Reinigen des Borax. Um den rohen Borax zu reinigen, löst man ihn in dem mit Blei ausgefütterten hölzernen Bottich A (Fig. 109), welcher durch eingeleitete Wasserdämpfe erhitzt wird. Man füllt den Bottich mit Wasser und hängt den zu reinigenden Borax in einem Drahtsiebe unter die Oberfläche der Flüssigkeit. Auf je 100 Th. Borax setzt man 5 Th. krystallisirtes kohlensaures Natron hinzu und fährt mit dem Auflösen neuer Quantitäten fort, bis die Lauge 22° B. zeigt. Nachdem die Lösung durch Absetzen sich geklärt hat, lässt man sie durch den Hahn C in das Kühlschiff B fliessen. Um jeden Verlust an Lauge zu verhüten, besteht der Boden unter B aus wasserdichtem Cement und ist geneigt, damit die etwa verschüttete Lauge in einen Kanal abfliesse. Die Krystallisirgefässe bestehen aus starkem Holz und enthalten im Innern ein Bleigefäss; sie werden mit der Lauge bis auf einen Zoll

vom Rande angefüllt und mit einem Deckel dicht verschlossen. Beim Erkalten entsteht nun durch Verdichtung der Wasserdämpfe auf der Oberfläche der Lauge eine geringe Wasserschicht, wodurch der Entstehung kleiner Krystalle auf der Oberfläche vorgebeugt wird. Geschähe dies nicht, so würden diese Krystalle zu Boden fallen und sich daselbst zu Krystallkrusten vereinigen. Da man grosse Krystalle zu erhalten sucht, so muss die Abkühlung der Flüssigkeit möglichst langsam geschehen. Zu diesem Zwecke sind die Zwischenräume *H* mit einem schlechten Wärmeleiter, gewöhnlich mit Wolle ausgestopft.

Fig. 109.



Die Krystallisation erfordert je nach der Temperatur der äusseren Luft 16 bis 28 Tage. Nach dieser Zeit hat die Lauge immer noch eine Temperatur von 27 — 28° C. Wollte man die Flüssigkeit noch weiter sich abkühlen lassen, so würden auch fremde Substanzen mit dem Borax sich abscheiden. Die Mutterlauge wird dann mit Hülfe eines Hebers möglichst schnell von den Krystallen abgezogen und in flache Krystallisirgefässe gegeben, wo sich noch kleine Krystalle bilden. Die in dem Gefäss *B* erzielten grossen Boraxkrystalle werden mit Hülfe eines Schwammes von der anhängenden Mutterlauge befreit; darauf wird das Krystallisirgefäss schnell wieder mit dem Deckel bedeckt. Ohne diese Vorsichtsmaassregel würden die Krystalle zu schnell abkühlen und Sprünge und Zerklüftungen erhalten. Nach einigen Stunden bricht man die Krystalle aus dem Gefässe heraus, ohne jedoch dabei die Krystalle und das Blei der Gefässe zu beschädigen. Die Krystalle werden auf hölzernen Tafeln getrocknet und nach dem Sortiren verpackt. Früher pflegte man den Krystallen zuvor durch Rütteln in Sieben die abgestumpften Kanten und Ecken, und das weisse Pulver, womit der raffinirte Tinkal in Folge des Transportes überzogen war, zu geben, da die Consumenten darin Kennzeichen einer guten Qualität zu sehen glaubten. Gegenwärtig ist dieses Vorurtheil besiegt.

Wie Seite 188 erwähnt wurde, hat man auch in Frankreich angefangen, mit der *Fabrikation von rauchender Schwefelsäure die von Borax* zu verbinden. Zu diesem Zwecke destillirt man ein Gemenge von calcinirtem Glaubersalz und Borsäure und verarbeitet den in der Retorte bleibenden Rückstand von Borax durch Auflösen und Krystallisirenlassen.

Nach der Methode von Köhnke wendet man zur Neutralisation der Borsäure nicht kohlensaures, sondern ätzendes Natron an und lässt den Borax aus einer sehr alkalischen Lösung krystallisiren.

In neuerer Zeit stellt man Borax aus dem oben erwähnten natürlichen Kalk-Borat oder Kalk-Natron-Borat dar, welches gegenwärtig in grosser Menge aus Südamerika nach Europa gelangt; man zersetzt denselben entweder durch Kochen mit Wasser und Schwefelsäure und neutralisirt die hierbei erhaltene Borsäurelösung mit kohlensaurem Natron; oder man zersetzt ihn im fein gepulverten Zustande direct durch kohlensaures Natron. Letzteres Verfahren scheint für die Ausführung im Grossen weniger geeignet als das erstere.

Der prismatische Borax bildet fast farblose und durchsichtige Krystalle von 1,75 spec. Gewicht, welche sich in 12 Th. kaltem und 2 Th. siedendem Wasser zu einer schwach alkalisch reagirenden Flüssigkeit auflösen. An der Luft verwittern die Krystalle nur oberflächlich, zerspringen meistens beim Erwärmen und blähen sich dann zu einer schwammigen Masse auf (calcinirter Borax), die in der Glühhitze zu einem dnrchsichtigen Glase (Boraxglas) schmilzt, welches aus der Luft nur sehr langsam Wasser aufnimmt und dabei seine Durchsichtigkeit verliert.

Octaëdrischer Borax. Der octaëdrische Borax $NaO, 2 BO_3 + 5 HO$ wird auf folgende Weise erhalten: Man löst prismatischen Borax in siedendem Wasser, bis die siedende Lösung 30° B. (= 0,867 spec. Gewicht) zeigt. Darauf überlässt man

die Flüssigkeit einer langsamen und regelmässigen Abkühlung. Wenn die Temperatur bis auf 79° C. gesunken ist, fangen die octaëdrischen Krystalle an sich zu bilden und dies dauert fort, bis die Temperatur nur noch 56° beträgt. Von dieser Zeit an giebt die Mutterlauge nur noch prismatische Krystalle. Versäumt man die Mutterlauge zu gehöriger Zeit abzugiessen, so erhält man ein Gemenge von prismatischem und octaëdrischem Borax. Buran verfährt bei Darstellung des octaëdrischen Borax auf ähnliche Weise. Er verdampft die Auflösung bis zu 32° B. (= 0,856), darauf verschliesst er den Kessel, um die Abkühlung möglichst zu verlangsamen. Wenn 10 Ctr. in Arbeit genommen worden waren, so öffnet er nach Verlauf von 6 Tagen den Kessel, giesst den noch flüssigen Theil ab und nimmt den gebildeten octaëdrischen Borax heraus, der als dichte Rinde sich abgelagert hat. Auf ihrer Oberfläche sieht man einen Anfang prismatischer Krystallisation, welche durch mechanische Mittel abgesondert wird.

Indischer Tinkal und chinesischer halbraffinirter Borax soll bisweilen aus octaëdrischem Borax bestehen. Der octaëdrische Borax kommt im französischen Handel unter dem Namen calcinirter Borax, Juwelierborax, Rindenborax u. s. w. vor. Er unterscheidet sich von dem prismatischen Borax ausser durch die Krystallform und den Wassergehalt dadurch, dass er ein spec. Gewicht von 1,81 hat und die Krystalle eine weit grössere Härte besitzen, denn der gewöhnliche Borax wird durch den octaëdrischen geritzt. Der prismatische Borax zerklüftet sich und zerspringt schon bei einem Temperaturwechsel, der 15° beträgt, der octaëdrische aber behält unter gleichen Umständen seinen Zusammenhang. Während der gewöhnliche Borax im Wasser sowol als in feuchter Luft durchsichtig bleibt und in trockener Luft an der Oberfläche verwittert, werden die Krystalle des octaëdrischen Borax, dem Wasser und der feuchten Luft ausgesetzt, undurchsichtig, wobei sie nach und nach fünf Aequivalente Wasser aufnehmen und in den prismatischen Borax übergehen. Beim Erhitzen schmilzt er leicht und bläht sich während des Schmelzens weit weniger auf als der prismatische Borax.

Anwendung des Borax. Die Anwendung des Borax ist eine sehr mannichfaltige. Geschmolzener Borax hat die Eigenschaft, bei hoher Temperatur Metalloxyde zu lösen und mit denselben durchsichtige, nicht gefärbte Gläser zu bilden, so wird z. B. Borax durch Kobaltoxydul blau, durch Chromoxyd grün gefärbt. Auf diese Eigenschaft, welche man in der analytischen Chemie zum Erkennen und Unterscheiden gewisser Metalloxyde benutzt, ist auch seine Anwendung zum Löthen basirt. Der Borax ist ferner ein häufiger Bestandtheil des Strass, einiger Glassorten und Emails, sowie vieler Glas- und Porcellanfarben. In grösster Menge benutzt man ihn zur Glasur der feineren Fayence und irdener Thonwaaren. Bei der Ausscheidung vieler Metalle aus ihren Erzen kann der Borax als Flussmittel benutzt werden; in der That benutzt man den rohen Borax in Südamerika (unter dem Namen Quemason) zum Kupferschmelzen. Der Borax bildet mit Schellack (in dem Verhältniss von 1 Th. Borax auf 5 Th. Harz) einen in Wasser löslichen Firniss; mit Caseïn giebt er eine Flüssigkeit, die sich durch grosse Klebekraft auszeichnet und anstatt einer Lösung von arabischem Gummi gebraucht werden kann. Man hat ferner den Vorschlag gemacht, den Borax zum Entschälen der Seide zu verwenden. In der Zeugdruckerei und Färberei hat man ihn wiederholt zur Fixation der mineralischen Mordants anzuwenden vorgeschlagen. Nach Clouet ist ein Gemenge von Borsäure und salpetersaurem Kali oder Natron in manchen Fällen ein besseres Flussmittel, als Borax. Er nimmt 100 Th. Borsäure und 100 Th. Kali- oder Natronsalpeter, befeuchtet das Gemenge mit etwa 10 Proc. Wasser und lässt es in einem emaillirten eisernen Kessel flüssig werden, worauf er es auf Bleiplatten giesst. Nach dem Erkalten bildet die Masse weisse krystallinische Platten, die in den Handel gebracht werden können. Die mit Kalisalpeter bereitete Masse ist namentlich für die Fabrikation von Krystallglas, die mit Natronsalpeter dargestellte für die Emailfabrikation geeignet. Das borsaure Zinkoxyd und das borsaure Manganoxydul finden als Siccativ in der Firnissbereitung Anwendung.

Bordiamanten. Wöhler und Deville haben 1857 nachgewiesen, dass das dem Kohlenstoff so überaus nahe stehende Bor ebenso wie der Kohlenstoff in drei allotropischen Zuständen aufzutreten vermag, nämlich krystallisirt (diamant und graphitähnlich) und amorph.

Das krystallisirte Bor oder der Bordiamant wird auf zweierlei Weise dargestellt, nämlich durch Reduction von geschmolzener Borsäure mit Aluminium:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Borsäure } 2\,BO_3 \\ \text{Aluminium } 2\,Al\end{array}\right\}\text{ geben }\left\{\begin{array}{l}\text{Thonerde } Al_2\,O_3 \\ \text{Bor } 2\,B\end{array}\right.$$

oder durch Ueberführen von amorphem Bor in krystallisirtes. Diese letztere Methode giebt ein besseres Resultat als die erstere. Man bringt ein Gemenge von 100 Grm. wasserfreier Borsäure mit 60 Grm. Natrium in einen kleinen, bis zum vollen Glühen erhitzten Tiegel von Gusseisen, schüttet darauf 40 — 50 Grm. Kochsalz und bedeckt den Tiegel. Sobald die Reaction vorüber ist, rührt man die Masse, welche das reducirte amorphe Bor in einem geschmolzenen Gemenge von Borsäure, Borax und Kochsalz vertheilt enthält, mit einem eisernen Stabe um und giesst sie dann in mit Salzsäure angesäuertes Wasser. Man filtrirt das Bor ab, wäscht es mit salzsäurehaltigem Wasser und lässt es auf porösen Steinen bei gewöhnlicher Temperatur trocknen. Geschmolzenes Eisen führt bekanntlich amorphen Kohlenstoff in krystallinischen (in Graphit) über; auf ähnliche Weise wird durch schmelzendes Aluminium amorphes Bor in krystallisirtes verwandelt. Man verfährt dabei auf folgende Weise: Ein kleiner hessischer Tiegel wird mit amorphem Bor angefüllt, dann wird bis zu einer gewissen Tiefe ein Loch ausgebohrt und in dieses eine 4 — 6 Grm. schwere Stange gestellt. Man setzt den Tiegel darauf $1\frac{1}{2}$—2 Stunden lang einer Temperatur aus, welche hinreicht, um Nickel zu schmelzen. Nach dem Erkalten sind gewöhnlich schon an der Oberfläche des Aluminiums schöne Borkrystalle zu bemerken. Man löst die Masse in verdünnter Salzsäure auf, wobei alle eingeschlossenen Borkrystalle zum Vorschein kommen. Von dem zugleich mit entstandenen Borgraphit lassen sich die Bordiamanten durch Schlämmen leicht trennen. Die Bordiamanten sind durchsichtig, bald granatroth, bald honiggelb, im vollkommen reinen Zustande jedoch vollkommen farblos und von grossem Lichtbrechungsvermögen, Glanz und einer Härte, welche der der Diamanten gleich ist oder dieselbe noch übertrifft; die Krystalle ritzen den Korund mit Leichtigkeit, greifen selbst den Diamant etwas an. Die Entdeckung der Bordiamanten kann für die Technik von grosser Wichtigkeit werden.

Der Kalk und das Kalkbrennen.

Vom Kalk. Der Kalk gehört in seiner Verbindung mit Kohlensäure, als kohlensaurer Kalk CaO, CO_2 zu den in der Natur am häufigsten vorkommenden Körpern. Diese Substanz findet sich in allen drei Reichen, sie macht einen Bestandtheil der Knochen der Wirbelthiere aus, sie bildet ferner die Hauptmasse der Schalen der Mollusken, Strahlthiere und den kalkigen Ueberzug vieler Wassergewächse, z. B. der aus der Gattung Chara. In der grössten Menge kommt sie jedoch im Mineralreiche als Marmor, Kalkspath, Arragonit, Kreide und Kalkstein vor. Technische Anwendung finden im unveränderten Zustande von diesen Mineralien der Marmor zu Bildhauerarbeiten und in den Fabriken künstlicher Mineralwässer zum Entwickeln von Kohlensäure, der Kalkspath zum Ausbringen der Metalle aus ihren Erzen auf Schmelzhütten, der Doppelspath, eine Varietät des Kalkspathes, bei gewissen optischen Instrumenten, die Kreide als Farbe- und Schreibmaterial und als Bau- und Pflastermaterial. Der Kalkstein ist häufig mit Thon, Eisen- und anderen Metalloxyden gemischt und deshalb sehr verschieden gefärbt. Der lithographische Stein ist ein gelblichweisser, schiefriger Kalkstein, der zu Solenhofen und Pappenheim in Bayern vorkommt, und wie es schon sein Name andeutet, zur Lithographie angewendet wird. Ein mit organischen Substanzen — wahrscheinlich Rückständen zerstörter thierischer Organe — gemengter Kalk ist der Stinkstein, der beim Reiben oder Schlagen einen bituminösen Geruch entwickelt. Er ist gewöhnlich von rauchgrauer Farbe. Die Kreide oder der erdige kohlensaure Kalk bildet ausgedehnte, mächtige Lager im nördlichen Deutschland, in England, Dänemark und Frankreich. Ehrenberg hat nachgewiesen, dass die Kreide aus kalkigen Infusorienpanzern besteht. Hierher gehört ferner der Mergelkalkstein, welcher sich durch seinen Gehalt an Thon auszeichnet; wir werden auf denselben später zurückkommen. Mit kohlensaurem Natron bildet der kohlensaure Kalk den Gay-Lussit ($CaO, CO_2 + NaO, CO_2$), mit kohlensaurem Baryt

den Baryto-Calcit ($CaO, CO_2 + BaO, CO_2$) und mit kohlensaurer Magnesia den Bitterspath oder Dolomit ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$); im letzteren Mineral, dem Dolomit, kann der Magnesiagehalt so steigen, dass 3 Aequivalente desselben auf ein Aequivalent kohlensauren Kalk vorhanden sind.

Eigenschaften. Der kohlensaure Kalk, gleichviel in welcher Form, ist im reinen Wasser nicht, wohl aber im kohlensäurehaltigen löslich, indem sich doppelt kohlensaurer Kalk bildet. Wenn diese Lösung durch Verdunsten die Hälfte ihrer Kohlensäure verliert, so setzt sich der nun wieder unlöslich gewordene kohlensaure Kalk wieder ab und erhält, je nach der dabei annehmenden Form, verschiedene Namen. Der sich absetzende kohlensaure Kalk erscheint häufig in den sogenannten Tropfsteinhöhlen in krystallinischen Zapfen (Stalactiten und Stalagmiten). Kalksinter wird der krystallinisch blätterige Ueberzug genannt, der als kalkige Inkrustation vorkommende Kalktuff. Wird kohlensaurer Kalk in einer verschlossenen Porcellanröhre heftig und anhaltend erhitzt, so schmilzt derselbe und erstarrt nach dem Erkalten zu einer krystallinischen Masse von unverändertem kohlensauren Kalk. Erhitzt man aber kohlensauren Kalk bei nicht abgeschlossener Luft, so wird die Kohlensäure ausgetrieben und es bleibt Aetzkalk (CaO) oder gebrannter Kalk zurück. 100 Theile kohlensaurer Kalk geben 56 Theile gebrannten Kalk. Das Volumen des Kalkes erleidet beim Brennen keine Verminderung. Der gebrannte Kalk ist diejenige Form, unter der der Kalk zu den meisten gewerblichen Zwecken geschickt ist.

Brennen des Kalkes. Das Brennen des Kalkes geschieht

a) in Meilern,
b) in Feldöfen,
c) in Kalköfen.

Das Kalkbrennen in Meilern geschieht auf die Weise, dass man die Kalksteine, ohne sie vorher in kleinere Stücke zu zerschlagen, in Haufen schichtet und dieselben ähnlich wie bei der Meilerverkohlung des Holzes behandelt. Der Meiler wird mit Erde oder Rasen bedeckt und das Feuer so geleitet, dass die grossen Kalkstücke auch im Innern gehörig gebrannt sind. Behufs der Regulirung des Luftzuges, des Anzündens, des Bewerfens, des Schürens, des Zubrennens und Abkühlens verfährt man genau auf dieselbe Weise wie bei der Meilerverkohlung.

In den Feldöfen, den Meilern ähnlich, stellt man die grössern Stücke des zu brennenden Kalkes so zusammen, dass sie eine Zündgasse bilden und schüttet die kleinen Stücke auf die grössern. Es ist leicht einzusehen, dass das Brennen des Kalkes in Meilern und in Feldöfen nur in den wenigsten Fällen Anwendung finden kann. Man bedient sich daher zum Brennen des Kalkes fast überall besonders zu diesem Zwecke construirter Oefen, Kalköfen. Die Gestalt der Oefen ist eine sehr verschiedene. Meist sind sie cylindrisch oder eiförmig.

Man theilt die Kalköfen ein:

a) in solche mit unterbrochenem Gange (*periodische Oefen*),
b) in Oefen mit ununterbrochenem Gange (*continuirliche Oefen*).

Die Oefen mit unterbrochenem Gange lässt man nach beendigtem Brennen erkalten, um den Kalk auszuziehen, in den continuirlichen Oefen geht das Brennen ununterbrochen fort, da die Construction des Ofens ein Ausziehen des gebrannten Kalkes und ein fortwährendes Nachfüllen von frischem Kalke gestattet. Haben auch die continuirlichen Oefen ihre grossen Vorzüge besonders hinsichtlich der Ersparung an Brennmaterial, so sind sie doch nur an solchen Orten zu empfehlen, wo der fortdauernde Absatz des gebrannten Kalkes ein gesicherter ist. An kleinen Orten, wo nicht regelmässig immerfort gebrannt werden kann, neigt sich der Vorzug auf die Seite der kleinen compendiösen periodischen Oefen.

Periodische Kalköfen. Die **Oefen mit unterbrochenem** Gange haben entweder einen Rost, meist sind sie aber nicht mit einem solchen versehen. Fig. 110 und 111 zeigen zwei periodische Kalköfen ohne Rost von der gewöhnlichsten Construction. Man baut sie entweder in einen Hügelabhang oder am zweckmässigsten in den Abhang des Kalksteinbruches selbst hinein. In der Regel baut man mehrere Oefen

Fig. 110.

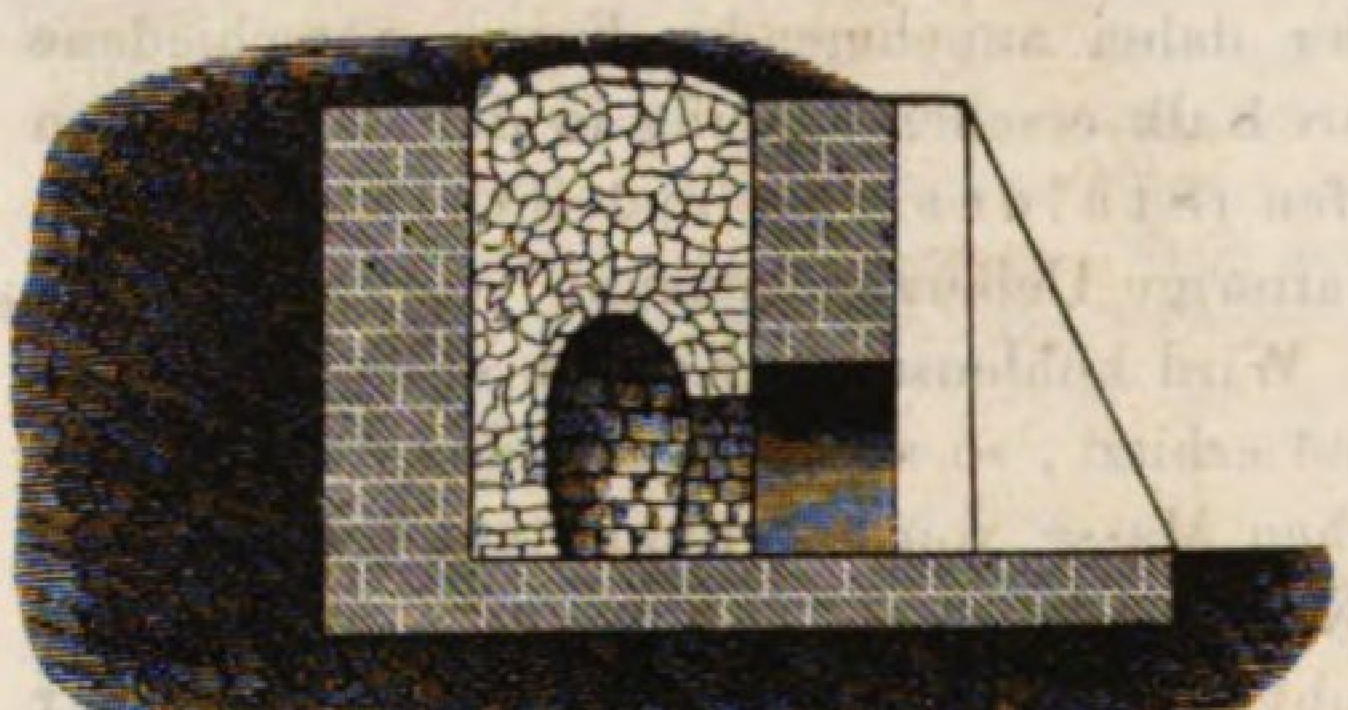
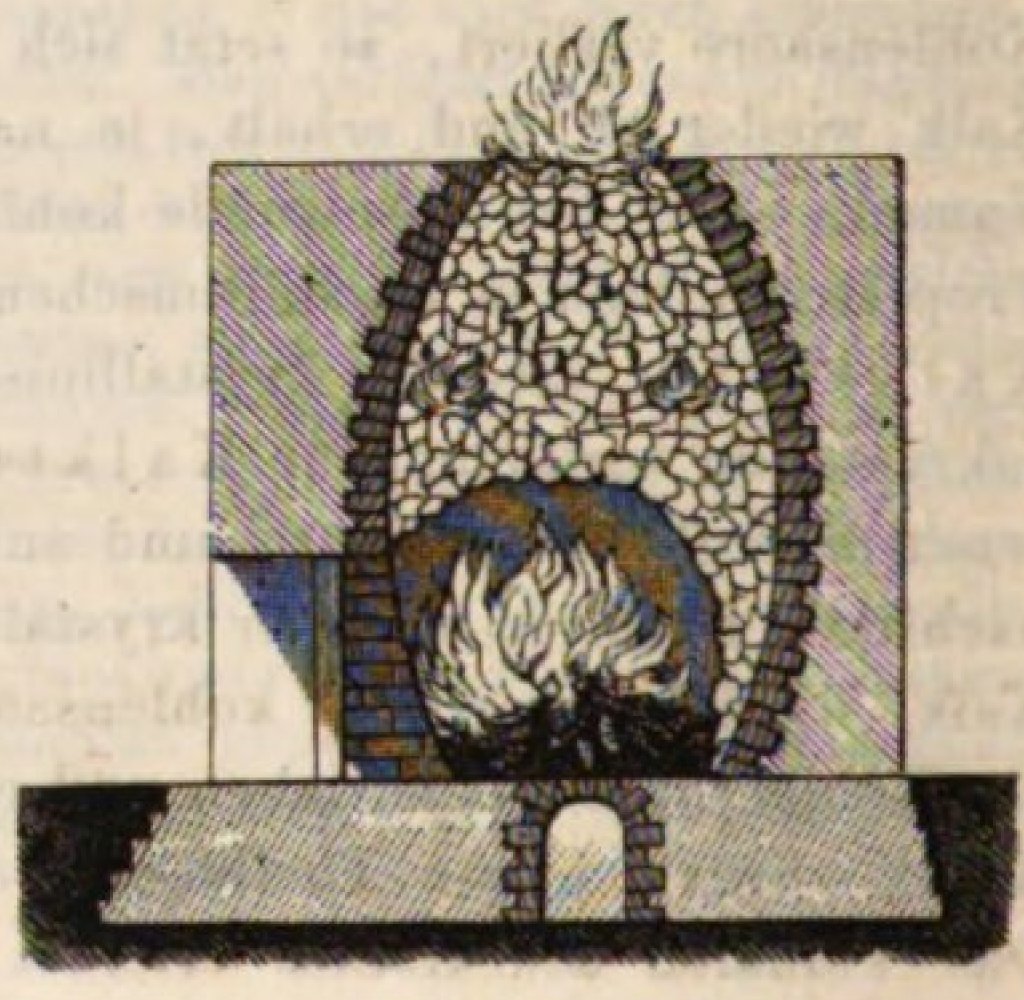


Fig. 111.



neben einander, so dass eine Mauer zweien Oefen gemeinschaftlich ist. Soll in dem Ofen Kalk gebrannt werden, so baut man aus den grössten Kalksteinen, die zu diesem Zwecke ausgesucht werden, ein spitzbogenartiges Gewölbe von 4—5 Fuss Höhe, wozu man sich einer Brettlehne zur vorläufigen Unterstützung bedienen kann; dieses Gewölbe dient als Feuerraum, auf welchen man durch die Gicht die übrigen Kalksteine schüttet und dadurch den Schacht anfüllt. Durch die Heizöffnung wird nun mit einem leicht entzündlichen Brennmaterial (Reisigholz, Haidekraut, Späne) der Ofen allmälig angewärmt und ein dumpfes Rauchfeuer unterhalten. Durch diese „Räucherung" bezweckt man die allmälige Erwärmung der Steine, wodurch dem Zerbersten der grossen, das Gewölbe bildenden Steine und dem Herabsinken der ganzen, den Schacht erfüllenden Steinmasse vorgebeugt wird. Allmälig wird das Feuer verstärkt, die berussten Steine nehmen nach und nach eine hellere Farbe an und die aus der Gicht herausbrennenden Flammen werden russfrei und hell. Sobald der Kalkstein unter der Decke als eine weissglühende, lockere Masse erscheint und der Inhalt des Ofens etwa um $^1/_6$ zusammengesunken ist, sieht man das Brennen als beendigt an, worauf der Kalk aus dem Ofen entfernt und ein neuer Brand begonnen wird. Ein Brand dauert in der Regel 36—48 Stunden.

Dass periodische Kalköfen **mit Rost**, wegen der rascher und vollständiger erfolgenden Verbrennung des Brennmaterials den Vorzug vor solchen ohne Rost verdienen, bedarf keines Beweises. Alle Kalköfen mit unterbrochenem Gange leiden aber an dem grossen Uebelstande der Ungleichheit des Garbrennens und der grossen Verschwendung von Brennmaterial.

Einer der zweckmässigsten Oefen der Art ist ein periodischer Kalkofen, wie er in Hannover gebräuchlich ist. Fig. 112 (s. flg. Seite) zeigt den verticalen Durchschnitt, Fig. 113 den Grundriss, Fig. 114 den unteren Raum des Ofens im verticalen Durchschnitte. Zum Brennen des Kalkes dient der untere, oben überwölbte Raum von unten $11^1/_2$, oben 10 Fuss (rheinl.) Durchmesser und 11 Fuss Höhe. Er enthält unten 4 Schürlöcher *e*, *e*, *e*, *e* mit Rosten für das Brennmaterial (Steinkohle zu Velpe, Braunkohle zu Fürstenwalde), wie solche die Fig. 114 veranschaulicht. *B* der Zugang zum Einbringen des rohen Kalksteins; derselbe wird während des Brennens zugemauert; *d* die Thür zum Ausfahren des gebrannten Kalkes; auch sie bleibt während des Brandes vermauert; *o* ist eine Bedachung über dem Eingang zu dem bedachten kreisförmigen Raum um den Ofen, also zu den Schürlöchern und

der Thür *d*. *a* ein Zugang zu dem obern Mantel über dem Ofen, und zu den Abzüchten in dem Gewölbe des Ofens. Dieser Zugang ist nöthig, um das Austreten der Flamme aus den einzelnen Gewölböffnungen beobachten, und je nach Erforderniss einzelne derselben durch aufgelegte Steine verschliessen und dadurch die Gluth mehr nach anderen Punkten des Ofens hinleiten zu können. Aus Fig. 114 erkennt man ohne weitere Beschreibung die Art, wie der Kalkstein eingesetzt wird, so dass bei jeder der Feuerungen ein zur besseren Vertheilung der Flamme dienendes Gewölbe entsteht. In der Mitte wird ein Stück Holz eingesetzt, durch dessen Verbrennung nachher eine ebenfalls zur besseren Vertheilung der Flamme dienende cylindrische Höhlung entsteht. In Velpe werden zu 100 Tonnen à 4 Berliner Scheffel Kalk 150—160 Scheffel Ibbenbührener Steinkohlen während einer Brennzeit von 3mal 24 Stunden verbraucht. Während der ersten 6 Stunden feuert man schwach, dann aber schreitet man zu scharfem Feuer, bis die gelbe Kalkflamme aus den Gewölböffnungen herausschlägt und eine klare Glut im Ofen sichtbar ist.

Fig. 112.

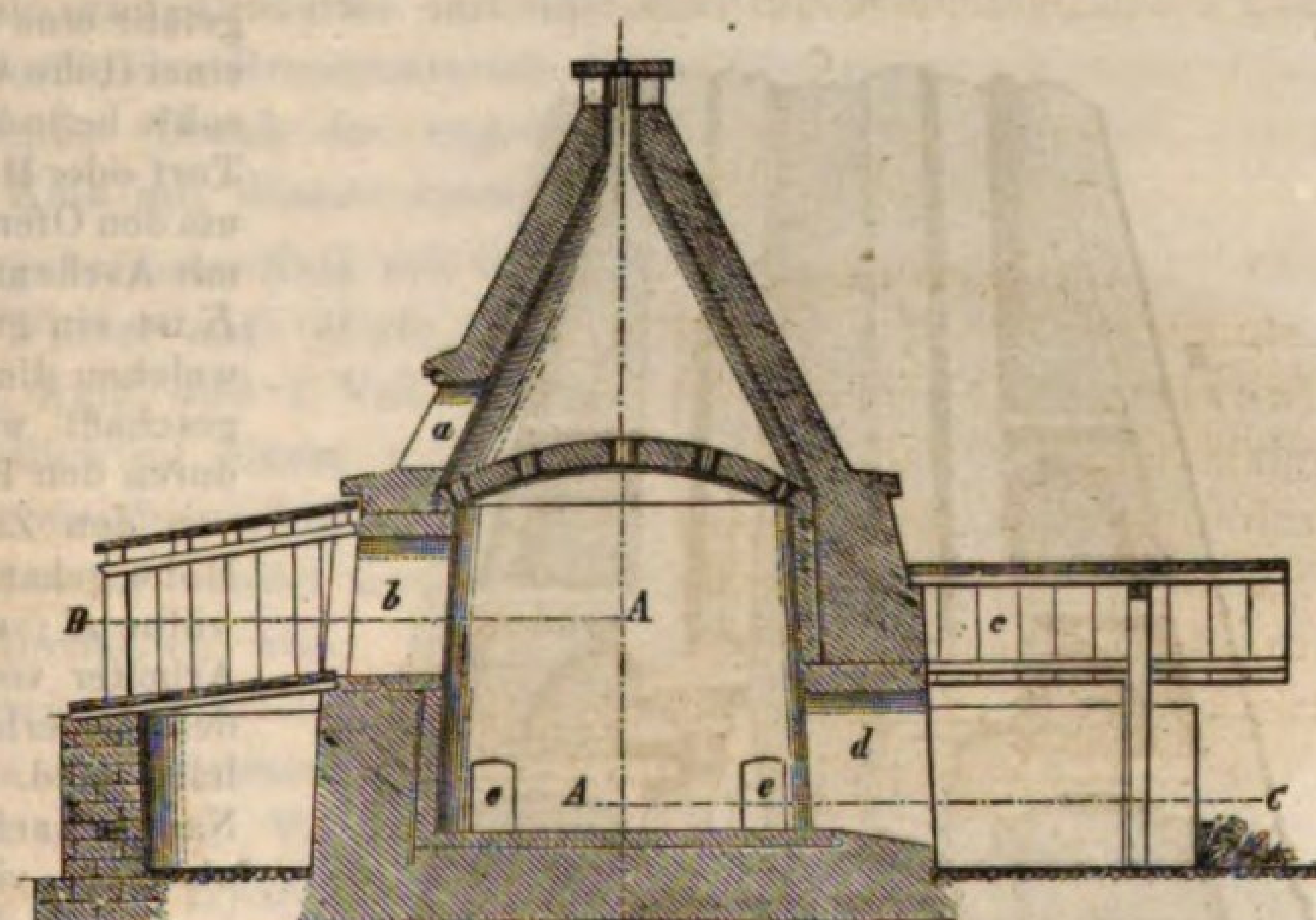


Fig. 113.

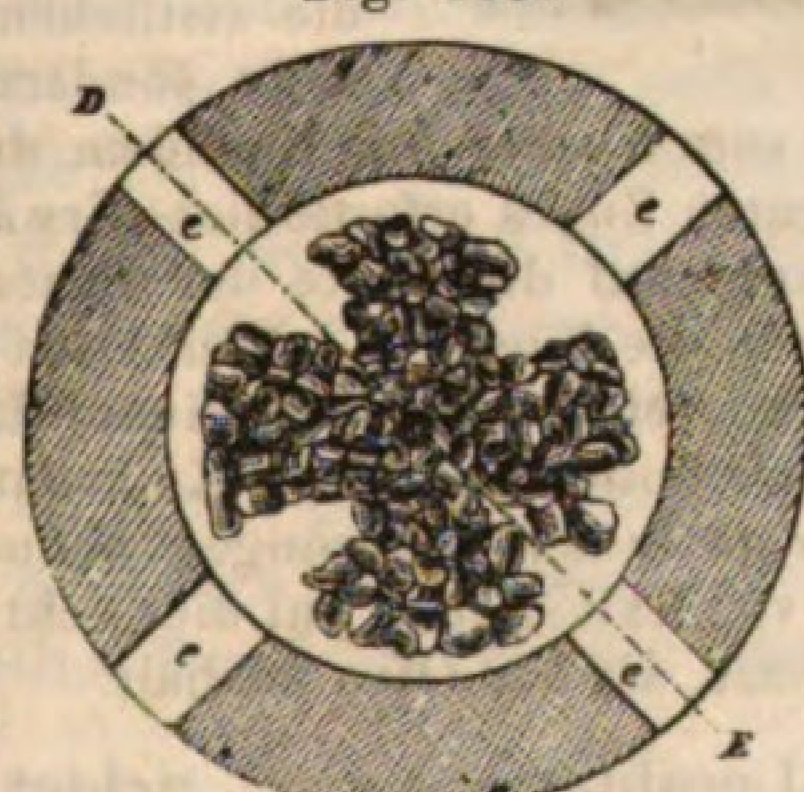
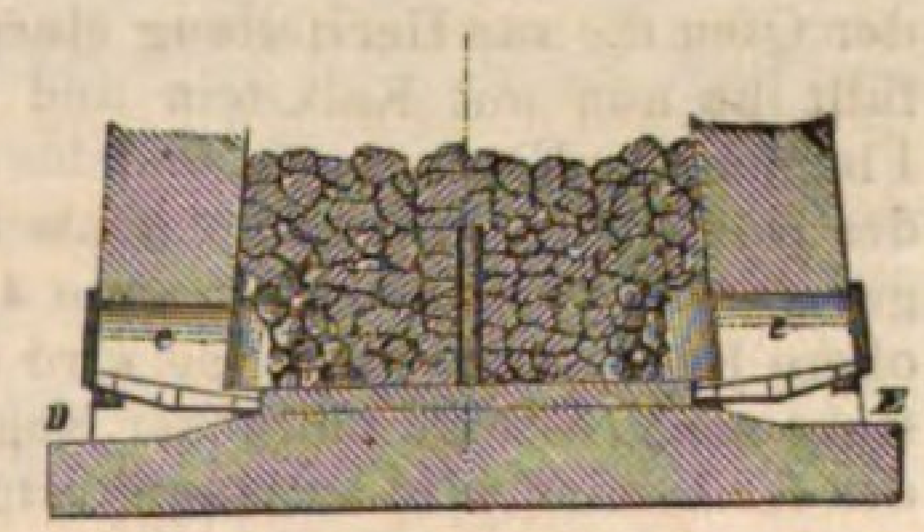


Fig. 114.



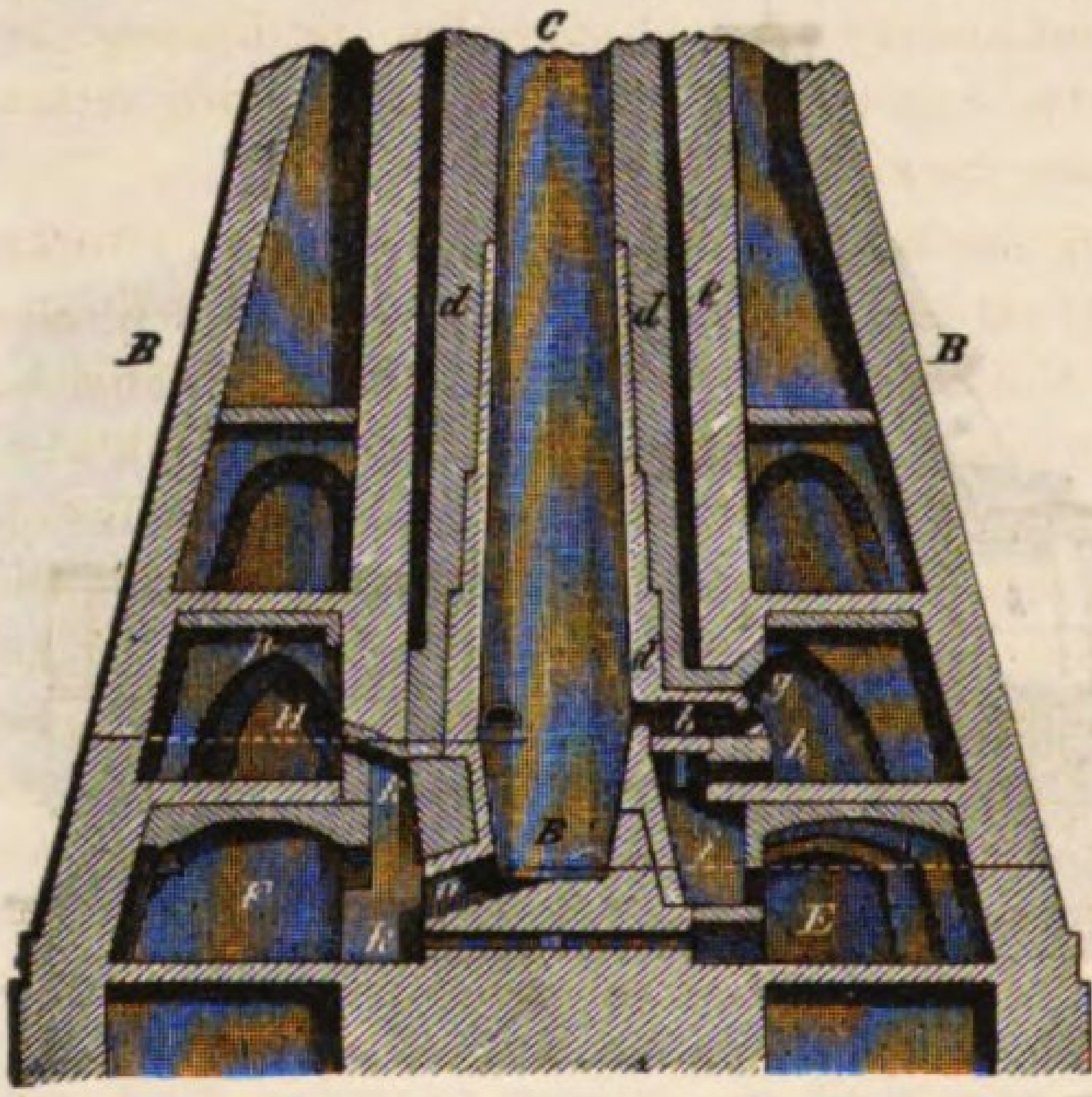
Continuirliche Kalköfen.

Die Formen und die Construction der **Kalköfen mit ununterbrochenem Gange** sind ausserordentlich verschieden. Man unterscheidet besonders zwei Arten. Bei der *einen* Art giebt man den Kalkstein schichtenweise mit dem Brennmaterial (Torf, Braunkohle, Steinkohle) durch die Gicht auf und entfernt den gebrannten Kalk von Zeit zu Zeit unten; bei einer *andern* Art ist die Feuerung in einer gewissen Höhe über und zwar ausserhalb der Sohle eines Schachtes, so dass der Kalkstein in dem Ofen mit dem Brennmaterial nicht in Berührung tritt, sondern nur durch dessen Flamme erhitzt wird. Sobald durch die an der Ofensohle befindliche Abzugsöffnung der Kalk herausgezogen wird, so sinkt der oberhalb der Feuerungen vorhandene Kalk nach, und es wird durch die Gicht wieder frischer Kalkstein eingetragen.

Einen Ofen mit ununterbrochenem Gange wendet man in Rüdersdorf bei Berlin an (Fig. 115 siehe folg. Seite), wo ein Gebirge von Muschelkalkstein aus dem Gebirge hervorragt. Der Schacht des Kalkofens besteht aus der aus feuerfesten Steinen aufgeführten Futtermauer *d* und der Rauhmauer *e*, welche durch die Füllung eines mit Asche, Bauschutt u. s. w. angefüllten Raumes getrennt sind. Diese Füllung soll auf der einen Seite die Wärme besser zusammenhalten, auf der andern Seite die Ausdehnung des Futters durch die Wärme compensiren. Die äussere Mauer *BB* ist kein wesentlicher Theil des Ofens; sie bildet nur die zum Holztrocknen, zum Aufbewahren des Kalkes, zum Aufenthalt der Arbeiter u. s. w. dienenden Gallerien *HF* u. s. w. Während des Ganges des Kalkofens ist

der untere Raum *B* des Schachtes mit gargebranntem Kalke angefüllt, welcher durch die vier Zugöffnungen *aa* an der Schachtsohle von Zeit zu Zeit gezogen wird. Um dies zu erleichtern, wird die Schachtsohle durch eine gebogene Fläche gebildet, deren abhängige Seiten die Kalkstücke nach den Zugöffnungen hinleiten. Der Schacht hat ungefähr eine Höhe von 38 Fuss. Etwa in einer Höhe von 12 Fuss über der Schachtsohle befinden sich die Feuerungen *h* für Torf oder Holz, welche zu drei oder fünf um den Ofen herum angebracht sind und mit Aschenfall *i* und Rost versehen sind. *E* ist ein grösserer Aschenbehälter, in welchen die Asche aus *i* von Zeit zu Zeit geschafft wird. Die Flamme gelangt durch den Fuchs *b* in den Schacht. Der von den Ziehöffnungen vertical in die Höhe gehende Kanal *k* führt in das Gewölbe *H*; er hat die Bestimmung, den Arbeiter vor der Hitze zu schützen, indem die erhitzte Luft sofort nach *H* geleitet wird. Die Kalköfen erhalten ihren Namen nach der Anzahl der Feuerungen, als drei-, vier- oder fünfschürige Oefen.

Fig. 115.



Soll der Ofen in Gang gebracht werden, so nimmt man vor der Hand auf die seitlichen Feuerungen keine Rücksicht, sondern bringt Holz in den Schacht und füllt ihn dann mit Kalkstein bis zum Fuchse *b*. Nachdem das Holz verbrannt ist, hat der Ofen die zur Herstellung eines guten Zuges erforderliche Erwärmung angenommen, man füllt ihn nun mit Kalkstein und bringt auf die Roste der Feuerungen Torf. Durch die Flamme der Feuerungen, welche durch die Füchse *b* in den Ofen zieht, findet das Brennen des Kalksteines in dem Schachte statt, welcher bis oben hinauf damit gefüllt ist, sodass sogar auf die Gicht noch ein etwa 4 Fuss hoher Kegel von Kalksteinen aufgesetzt ist. Ist der obere Kalk gargebrannt, so wird der unter den Feuerungen befindliche gezogen, der obere sinkt nach, es wird ein neuer Kegel von Kalksteinen auf die Gicht gebracht und das Brennen des Kalksteins wird so lange fortgesetzt, als der Ofen aushält.

Oefen zu doppelter Benutzung. Wenn es die Localität gestattet, richtet man zuweilen *Oefen mit doppelter Benutzung* ein, so giebt es Kalköfen, in welchen zu gleicher Zeit Backsteine mit gebrannt werden können; ferner benutzt man die aus der Gicht des Hohofens entweichenden Gase, ferner die Wärme aus den Koksöfen zum Kalkbrennen.

Eigenschaften des gebrannten Kalkes. Die Nebenbestandtheile des rohen Kalksteins sind auf die Eigenschaften des gebrannten Kalksteins von grossem Einflusse. War der angewendete Kalkstein ziemlich reiner kohlensaurer Kalk, so erhitzt er sich beim Uebergiessen mit Wasser bedeutend und bildet damit einen fetten Brei. Solchen Kalkstein nennt man fetten Kalk. In dem Grade aber, als sich der Kalkstein in seiner Zusammensetzung dem Dolomit ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$) nähert und magnesiahaltig wird, wird der nach dem Uebergiessen mit Wasser entstehende Brei kürzer; einen solchen magnesiahaltigen Kalk nennt man magern Kalk. Bei einem Magnesiagehalt von 10 Proc. ist das Magerwerden schon deutlich zu bemerken, bei 25—30 Proc. ist der Kalk bereits unbrauchbar.

Der Kalk ist, so wie er aus dem Kalkofen kommt, nicht gleichmässig gar gebrannt, einzelne Stücke wurden zu wenig erhitzt und halten in der Mitte noch einen Kern von rohem Kalkstein (sie sind nur ausgebrannt), andere Stücke haben dagegen eine zu starke Erhitzung erlitten und heissen dann todtgebrannt. Das Todtbrennen des Kalks liegt entweder daran, dass durch zu kurze und plötzliche Hitze

halbkohlensaurer Kalk ($CaO, CO_2 + CaO, HO$) oder halbgebrannter Kalk gebildet worden ist, welcher nach der Meinung der Kalkbrenner nicht mehr gar gebrannt werden kann (die künstlich dargestellte Verbindung verliert beim stärkeren Glühen alle Kohlensäure), oder dass durch zu hohe Temperatur die nie in den Kalksteinen fehlende Kieselerde und Thonerde mit dem Kalk auf der Oberfläche zusammengesintert sind. Die Asche des Brennmaterials ist auch zuweilen die Ursache des Todtbrennens des Kalksteins. Durch das angehende Zusammensintern wird verhindert, dass der gebrannte Kalk mit Wasser einen Brei bildet.

Löschen des Kalkes. Wird gebrannter Kalk mit Wasser übergossen, so nehmen 100 Th. Kalk ungefähr 32 Th. Wasser auf: ($CaO = 28$) nehmen auf ($HO = 9$), oder dem Volumen von 3 Vol. Kalk und 1 Vol. Wasser, der Kalk erhitzt sich dabei bis auf 150° und zerfällt endlich zu einem vollkommen weissen Pulver (Mehlkalk, Kalkpulver), welches ein dreimal grösseres Volumen einnimmt als der Kalkstein vorher. Für technische Zwecke wendet man aber weit mehr Wasser an, als zur Bildung des Mehlkalkes erforderlich wäre. Die Ueberführung des gebrannten Kalkes durch Wasser in eine breiartige Masse heisst das Löschen des Kalkes. Bei dem Löschen des Kalkes ist es wesentlich, die möglichst grosse Vertheilung und Volumenvergrösserung zu erzielen. Wird der gebrannte Kalk nur mit so viel Wasser befeuchtet, als er bedarf, um in Hydrat überzugehen, so zerfällt er unter Freiwerden von Wärme zu einem feinen Pulver, welches sich scharf anfühlt. Nimmt man noch weniger Wasser, so erhält man ein sandiges Pulver, welches mit Wasser einen schlechten Kalkbrei giebt. Es ist desshalb nicht vortheilhaft, den gebrannten Kalk in einem Korbe auf kurze Zeit in Wasser unterzutauchen, so dass er sich zu Pulver löscht, und dann mit Wasser zu einem Brei anzurühren; er vergrössert dabei sein Volumen nicht bedeutend, er wächst oder gedeiht schlecht.

Nachdem der Kalk mit der dreifachen Gewichtsmenge Wasser gelöscht worden ist, verdünnt man ihn mit einer gleichen Menge Wasser, sumpft ihn ein, d. h. man lässt ihn in die Kalkgrube ablaufen, deren Wände genügend porös sein müssen, um ein schnelles Durchsickern des überschüssig zugesetzten Wassers zu gestatten.

Das Einsumpfen bietet mehrere Vortheile, einmal wird der Kalkbrei mit der Zeit noch fetter und speckiger, indem die in dem frischgelöschten Kalke immer noch sich findenden unaufgeschlossenen Theile durch die Einwirkung des Wassers mit der Zeit sich zertheilen, das andere Mal kann man den Kalkbrei längere Zeit in diesen Gruben aufbewahren, ohne dass Bildung von kohlensaurem Kalk eintritt; gewöhnlich wird die Oberfläche des Kalksumpfes mit Brettern überlegt und auf diese einige Zoll hoch frischer Sand geschüttet. Das Einsumpfen hat aber noch einen weiteren Nutzen: indem nämlich durch das in den Boden abziehende Wasser ein Auslaugen des Kalkes stattfindet, werden die Salze der Alkalien, die immer in kleiner Menge in den Kalksteinen vorkommen, entfernt und dadurch ein Auswittern derselben aus den später damit aufgeführten Mauern verhütet.

Eine eigenthümliche Art der Löschung des Kalkes ist das Trockenlöschen, wobei man den gebrannten Kalk mit Sand bedeckt und letzteren benetzt und darauf achtet, dass an keiner Stelle der Kalk ohne Sand mit der Luft in Berührung komme.

Der gelöschte Kalk hält das Wasser mit solcher Hartnäckigkeit zurück, dass bei 250—300° noch kein Gewichtsverlust stattfindet. In Wasser fein zertheiltes Kalkhydrat bildet den Kalkbrei, welcher mit Wasser verdünnt die Kalkmilch liefert. Letztere giebt durch Filtriren das Kalkwasser, eine gesättigte Lösung von Kalk in Wasser, welche auf 500—700 Th. Wasser 1 Th. Kalkhydrat enthält. An der Luft absorbirt der Kalk nach und nach Kohlensäure, deshalb pflegt man gelöschten Kalk, wenn derselbe in grösseren Quantitäten vorräthig gehalten werden muss, vor der Luft geschützt in Gruben aufzubewahren. Das Kalkwasser

reagirt alkalisch; diese Reaction rührt theils von dem Kalke, theils davon her, dass die meisten Kalksteine Kochsalz und kieselsaures Alkali enthalten, welches durch die Einwirkung des Aetzkalkes in ätzendes Alkali übergeht.

Anwendung des Kalkes.

Die Anwendung des gebrannten Kalkes ist eine überaus mannigfache und gründet sich in allen Fällen darauf, dass der Kalk eine starke Base ist, welche überall und wohlfeil erhalten werden kann und durch einfaches Begiessen mit Wasser in denjenigen Zustand der Zertheilung übergeht, in welchem allein der Kalk in der Technik Anwendung finden kann. Seiner grossen Verwandtschaft zur Kohlensäure wegen wird er zur Darstellung des Aetzkalis und Aetznatrons aus den kohlensauren Alkalien verwendet. Der gelöschte Kalk dient ferner zur Darstellung des Ammoniaks aus dem Salmiak, des unterchlorigsauren Kalkes (Chlorkalk), zum Ausfällen der Magnesia aus der Mutterlauge der Salinen, zum Reinigen des Leuchtgases von Kohlensäure und theilweise auch von Schwefelwasserstoffgas, zum Einkalken des Getreides vor dem Säen, zur Raffination des Zuckers und zur Gewinnung des Zuckers aus dem Rübensafte, in der Sodafabrikation zum Zersetzen des Glaubersalzes (unter Mitwirkung von Kohle), in der Gerberei zum Enthaaren und Vorbereiten der Häute, in der Bleicherei zum Beuchen der Baumwollgewebe, in der Färberei zur Bereitung der Indigküpen, als Zusatz zum Glase, in der Fabrikation der Stearin- und Palmitinkerzen, zur Fabrikation von Alaun aus Kryolith, bei der Bereitung von Stärkezucker (zur Neutralisation der Schwefelsäure), zur Herstellung von Kitt mit Caseïn, als Polirmittel und bei der Ausbringung der Metalle als schlackebildender Zusatz. Die Eigenschaft des Kalkes, vor dem Knallgasgebläse (einem mit einem Gemenge von 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff gespeisten Gebläse) ausserordentlich lebhaft zu leuchten, benutzt man als Signallicht auf Leuchtthürmen, bei geodätischen Operationen, zum Beleuchten der Objecte unter dem Mikroskop u. s. w. Die wichtigste Anwendung des Kalkes ist ohne Zweifel die zur Bereitung von Mörtel.

Der Mörtel.

Mörtel.

Unter Mörtel oder Speise versteht man mit Sand oder mit einem sandartigen Zusatze gemengten Kalkbrei, welcher theils zur Vereinigung von Bausteinen, theils als Abputz dient. Der gewöhnliche Mörtel heisst Luftmörtel, der unter Wasser erhärtende und daher zu Wasserbauten sich eignende Mörtel wird hydraulischer Mörtel oder Wassermörtel genannt.

Der Luftmörtel.

Luftmörtel.

Wenn gelöschter Kalk an der Luft sich selbst überlassen bleibt, so trocknet er nach und nach unter Kohlensäureabsorption aus, wobei er stark schwindet und viele Risse bekommt. Wird hierbei die Luft abgehalten und zugleich ein angemessener Druck angebracht, so erlangt das Kalkhydrat nach dem Trocknen Marmorhärte. Das Kalkhydrat wäre demnach schon für sich geeignet, die Bausteine zu verbinden, wenn sie ebene Flächen hätten. Da die Bausteine aber auf ihrer Oberfläche sehr grosse Unebenheiten haben, welche zum Verschwinden gebracht werden müssen, so wären dicke Lagen von Kalkbrei anzubringen, die beim Austrocknen schwinden und Klüfte bekommen würden. Um Letzterem vorzubeugen, um ferner den Verbrauch an Kalk zu verringern, versetzt man den Kalkbrei mit Sand und ähnlichen Körpern, die mit ihm ein festes Conglomerat, zum Theil unter Umständen auch eine chemische Verbindung bilden, die mit den Bausteinen ein Ganzes bildet.

Man bereitet den Luftmörtel gewöhnlich mit dem bereits eingesumpften gelöschten Kalke, der, wenn es erforderlich erscheint, unter Zusatz von Wasser mit dem Sande innig vermengt wird, so dass in dem entstehenden Mörtel keine Kalkklümpchen mehr wahrgenommen werden können. Als Zuschlag braucht man zum Mörtel nur Sand. Man zieht den eckigen und kantigen Sand dem runden vor, wol aber ohne Grund; dass der Kalkbrei an Sandkörnern mit rauhen Flächen besser adhärire, als an solchen mit glatten, ist einleuchtend, dass aber die Ecken und Kanten die Adhäsion nicht zu vermehren im Stande sind, ist wahrscheinlich. Die Natur bietet uns in den Breccien eine Verkittung von runden und stumpf- oder scharfeckigen Stücken, die durch gleiche Kraft zusammengehalten werden, es ist daher nicht einzusehen, warum der Luftmörtel, der doch in der That eine Nachahmung jener Breccien bezweckt, sich anders verhalten soll.

Das Verhältniss des Sandes zum Kalke ist für die Qualität und den Grad des Erhärtens des herzustellenden Mörtels von der grössten Wichtigkeit. In der Praxis rechnet man auf 1 Kubikfuss steifen Kalkbrei (aus fettem Kalke) 3—4 Kubikfuss Sand, bei magerem, magnesiahaltigem Kalke nimmt man auf eine gleiche Quantität 1—2$^1/_2$ Kubikfuss Sand, weil die fremden Gemengtheile darin sich schon selbst wie Sand verhalten.

Soll der so bereitete Mörtel zur Verbindung der Mauersteine oder Backsteine angewendet werden, so befeuchtet man die Oberfläche der porösen Steine, um der Absorption der Feuchtigkeit des Mörtels vorzubeugen und wirft den Mörtel mit einer Kelle darauf. Der Mörtel wird im Ueberschusse angewendet, um alle Zwischenräume auszufüllen, dann drückt man die neuen Steine auf die bereits festliegenden und nöthigt so den überschüssigen Mörtel, herauszudringen.

Erhärten des Mörtels. Die Erhärtung des Mörtels, obgleich schon nach einigen Tagen genügend, um einer Mauer eine gewisse Festigkeit zu ertheilen, geschieht so allmälig, dass sie nach vielen Jahrhunderten noch nicht ihr Maximum erreicht hat. Was die Theorie der Erhärtung des Mörtels an der Luft betrifft, so haben sich darüber mehrere Ansichten geltend zu machen gesucht. Dass das Austrocknen allein nicht der Grund des Erhärtens sein kann, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man den Luftmörtel im Wasserbade oder über der Lampe austrocknet; das Resultat des Trocknens ist keineswegs eine steinartige, sondern eine bröckliche, leicht zerreibliche Masse. Der Mörtel kann aber nur binden, wenn er eine steinartige Masse bildet. v. Fuchs nahm als Ursache der Mörtelerhärtung die Bildung von halbkohlensaurem Kalk ($CaO, CO_2 + CaO, HO$), einer Verbindung an, welche nicht in den gewöhnlichen kohlensauren Kalk (CaO, CO_2) übergeführt werden könne. Neuere Untersuchungen haben das Irrige dieser Ansicht bewiesen und gezeigt, dass die Existenz von halbkohlensaurem Kalk in erhärtetem Mörtel nicht nothwendig sei, dass sogar die Menge der Kohlensäure in den untersuchten Mörtelsorten mehr als ausreichend war, um mit der gefundenen Menge des Kalkes neutralen kohlensauren Kalk zu bilden; nach Untersuchungen Anderer ist selbst in den festesten Mauern ein Theil des Kalkes noch im ätzenden Zustande.

Nach einer andern Ansicht soll das Erhärten des Mörtels davon herrühren, dass sich ein Theil der Kieselerde des Sandes, indem dieselbe durch die Einwirkung des Kalkes in gallertartige Kieselsäure verwandelt wird, mit dem Kalk zu kieselsaurem Kalke verbindet. A. Petzholdt fand bei der Untersuchung eines 300- und 100-jährigen Mörtels, dass beide beim Uebergiessen mit Salzsäure unter Kohlensäureentwickelung und Bildung einer steifen Gallerte zersetzt wurden. Wenn nun auf der einen Seite zugegeben werden muss, dass in einzelnen Fällen eine Silicatbildung bei

der Erhärtung einer Mörtelsorte eintritt, so liegt doch auf der anderen Seite in der Entstehung eines Silicates nicht der Grund der Erhärtung; bei vielen Analysen mit erhärtetem Mörtel, mit Kieselsand angemacht, ergaben sich nur Spuren löslicher Kieselerde; ferner ist es ja Thatsache, dass Kalksand, anstatt des Kieselsandes als Zuschlag zum Mörtel angewandt, eine ebenso steinharte Masse erzeugt. Man muss demnach wol annehmen, dass die theilweise Verkieselung des Kalkes nicht nothwendig ist und nur ausnahmsweise in Folge eines durch Localverhältnisse bedingten Zuschlages vorkommt, und dass die Wirkung des Mörtels, ebenso wie die des Leimes, unter die Adhäsionserscheinungen gehört, obgleich nicht in Abrede zu stellen ist, dass der Mörtel im Laufe der Zeit eine Veränderung erleidet, welche diesen Adhäsionserscheinungen zu statten kommt.

Der hydraulische Mörtel.

Hydraul. Mörtel. Gewisse Kalksteine haben, wenn sie mehr als 10 Proc. Kieselerde enthalten, die Eigenschaft, nach dem Brennen mit Wasser einen mageren Brei zu geben, welcher unter dem Einflusse des Wassers nach längerer oder kürzerer Zeit erhärtet. Man nennt solche Kalksteine hydraulischen Kalk und verwendet ihn zur Herstellung des hydraulischen Mörtels oder Wassermörtels.

Hydraul. Kalk. Im ungebrannten Zustande sind die hydraulischen Kalke Gemenge von kohlensaurem Kalk mit Kieselerde oder einem Silicat, meist und wesentlich Thonsilicat, welches letztere in Salzsäure unlöslich ist und durch dieselbe nicht aufgeschlossen wird. Durch das Brennen erleidet der hydraulische Kalk dieselbe Veränderung, die ein in Säuren unlösliches Silicat erleidet, wenn dasselbe durch Erhitzen mit kohlensauren Alkalien aufgeschlossen wird; der hydraulische Kalk wird durch das Brennen in Salzsäure zum grossen Theile löslich und verliert seine Kohlensäure. v. Fuchs, Berthier, Vicat, Feichtinger, Harms, Dullo u. A. stellten zahlreiche Versuche an, deren Resultate übereinstimmend bewiesen, dass nur die Kieselerde im gallertartigen Zustande den Kalk in hydraulischen verwandelt und dass die in dem hydraulischen Kalk vorkommenden Gemengtheile wie Thonerde und Eisenoxyd auf das Erhärten des hydraulischen Kalkes erst dann von Einfluss sind, wenn durch starkes Erhitzen bis zum Schmelzen diese Körper sich chemisch mit der Kieselerde verbunden haben.

Man stellt den hydraulischen Mörtel dar, indem man entweder

1) hydraulischen Kalk mit Wasser zu einem Brei macht und Sand zusetzt; oder
2) gewöhnlichen Kalkbrei aus Luftkalk mit Wasser und Cäment mengt.

Beim Löschen des hydraulischen Kalkes wird das Wasser absorbirt, ohne das bedeutende Wärmeentwickelung und Volumenvergrösserung stattfindet. Die Verwendung des hydraulischen Mörtels geschieht auf dieselbe Weise wie die des Luftmörtels, nur muss der Kalkbrei frisch bereitet angewendet, die Steinflächen aber gehörig benetzt und das Mauerwerk feucht erhalten werden. Je fester und dichter der Mörtel beim Vermauern angedrückt wird, desto fester wird beim nachherigen Erhärten seine Consistenz; wird er dagegen nur locker aufgetragen, so wird durch Eindringen des Wassers der Zusammenhang geschwächt, so dass auch beim nachfolgenden Erhärten nur eine weniger dichte Masse entsteht.

Die Cämente. Aus dem Vorstehenden folgt, dass man, indem dem gewöhnlichen Kalk durch geeigneten Zusatz Kieselsäure zugeführt wird, hydraulischen Mörtel künstlich erzeugen kann. Solche Zusätze oder Zuschläge nennt man Cämente (Cemente).

In Bezug auf ihren Ursprung lassen sich die Cämente eintheilen 1) in natürliche Cämente, welche, ohne dass sie gebrannt zu werden brauchen, in dem Zustande, wie sie sich finden (sie sind nämlich durch vulkanische Hitze bereits gebrannt), zur Herstellung von Wassermörtel gebraucht werden können, und 2) in künstliche Cämente, welche vorher durch Brennen aufgeschlossen werden müssen und dadurch erst in Cämente übergehen. Die natürlichen Cämente sind, wie oben bemerkt, durch vulkanische Processe aufgeschlossen worden; zu ihnen gehören der Duckstein oder Trass, die Puzzolane und das Santorin.

Der Trass oder Duckstein ist eine Art Trachyttuff, welcher in bedeutenden Mengen im Brohl- und Nettethal, unfern Andernach, angetroffen wird. Der Trass ist wesentlich nichts anderes als zertrümmerter und zerriebener Bimsstein, welchen die vielen vulkanischen Kegelberge der Rheinufer lieferten. Er enthält sehr oft Bimssteinfragmente, manchmal in grosser Zahl, eingeschlossen. Schon seit dem dritten Jahrhundert verwendet man den Trass zur Herstellung von hydraulischem Mörtel und bearbeitet daraus Quadern, die in den Mauern alter Festungen, Kirchen, Schlösser und Thürme jetzt noch zu sehen sind. Die Zusammensetzung des Trass aus dem Brohlthale ist folgende:

	In Salzsäure lösliche	unlösliche Bestandtheile.
Kieselerde	11,50	37,44
Kalk	3,16	2,25
Magnesia	2,15	0,27
Kali	0,29	0,08
Natron	2,44	1,12
Thonerde	17,70	1,25
Eisenoxyd	11,17	0,75
Wasser	7,65	—
	56,86	42,98

Die Puzzuolane (Puzzolanerde) ist ein dem Trass verwandter Körper, welcher bei Puzzuoli bei Neapel, dem Puteoli der Alten, vorkommt; sie findet sich ferner in Hügeln von ziemlicher Ausdehnung an der südwestlichen Seite der Apenninenkette, in der Gegend von Rom bis gegen die pontinischen Sümpfe und Viterbo. Sie bildet eine lockere, graue oder gelblichbraune, matte Masse, von theils feinkörnigem, theils erdigem Bruche. Bei dem Bau des Leuchtthurmes von Eddystone wurden gleiche Theile gepulverter Puzzuolane und zu Pulver gelöschten Kalkes verwendet.

Das Santorin ist ein von den griechischen Inseln Santorin (auch St. Erini, nach der Schutzpatronin des Eilandes, der heiligen Irene), Therasia und Aspronisi stammendes, an der Küste von Dalmatien häufig zu Wasserbauten angewendetes natürliches Cäment, welches mit dem Trass den vulkanischen Ursprung und das äussere Ansehen gemein hat, von demselben sich aber durch seine weit geringere Aufschliessbarkeit in Säuren und dadurch unterscheidet, dass es seine unter Wasser gewonnene Härte wieder verliert.

Künstliche Cämente. Künstliche Cämente. Das seltene Vorkommen und der hohe Preis der natürlichen Cämente gab die Veranlassung, dass man an ihrer Stelle ein wohlfeileres Material zu setzen suchte. So versuchte Parker durch Brennen der nierenförmigen Massen, die sich in der über der Kreide liegenden Thonschicht an den Ufern der Themse, auf den Inseln Sheppey, Wight u. s. w. finden, ein Cäment darzustellen, auf dessen Bereitung 1796 Parker, Wyatt u. Co. ein Patent für England erhielten und dadurch eine Cämentfabrik gründeten, welche bis auf den heutigen Tag blüht. Der so dargestellte Cäment führt den Namen englischer oder römischer Cäment (Roman-Cäment). Die Thonnieren werden

einem gewöhnlichen Ofen, wie man sich deren zum Kalkbrennen überhaupt bedient, bei einer Temperatur gebrannt, welche fast hinreicht, sie zu verglasen, und dann auf einer Mühle feingepulvert. Das Pulver wird nach dem Beuteln in Fäser verpackt. Er lässt sich ohne weiteren Zusatz als hydraulischer Mörtel verwenden und erhärtet in 15—20 Minuten. Das rasche Erhärten des hydraulischen Mörtels und seine grosse Festigkeit nach diesem raschen Erhärten, welche die des gewöhnlichen Mörtels wenigstens fünfmal übertrifft, machen ihn zu einem höchst werthvollen Baumaterial, das den gewöhnlichen Mörtel rasch verdrängen würde, wenn nicht die Kostbarkeit des hydraulischen Mörtels die Ursache wäre, dass man ihn nur da anwenden kann, wo gewöhnlicher Mörtel nicht ausreicht.

Der Portland-Cäment wurde zuerst 1824 von Joseph Aspdin in Leeds dargestellt. Nach dem ihm für England ertheilten Patent bereitet er den Cäment auf folgende Weise: Er nimmt eine grosse Menge Kalkstein, wie er in Leeds zum Wegmachen angewendet wird, pulverisirt ihn entweder durch Maschinen, oder nimmt den Staub oder Koth von den mit diesem Material reparirten Strassen, trocknet die Masse und brennt sie in einem Kalkofen. Hierauf nimmt er eine gleiche Gewichtsmenge Thon und knetet denselben mit dem gebrannten Kalk und Wasser zusammen, bis eine plastische Masse entsteht, die man trocknet, nach dem Trocknen in Stücke bricht und in einem Kalkofen brennt, bis alle Kohlensäure entwichen ist. Dann wird die Masse in ein feines Pulver verwandelt und ist zum Gebrauch fertig. Er kommt im Handel vor als graues, ins Grünliche gehendes, sandig anzufühlendes Pulver. Weil er in Farbe dem berühmten, in England so häufig zu Bauten verwendeten Portlandstein sehr ähnlich ist, gab ihm der Erfinder den Namen Portland-Cäment. Der eigentliche Gründer der in England so schwunghaft betriebenen Fabrikation jenes künstlichen Cämentes, der unter dem Namen Portland-Cäment versendet wird, ist Pasley, welcher den Cäment durch Brennen eines Gemisches von Flussthon (aus dem Medway-Flusse), welcher durch das zu Fluthzeiten eintretende Meerwasser salzhaltig ist, mit Kalkstein oder Kreide zu bereiten lehrte*). Gegenwärtig stellt man auf ähnliche Weise aus dem Schlamme, der sich an den Mündungen grosser Ströme absetzt und dort zu Deltabildungen Veranlassung giebt, ein dem Portland-Cäment ganz gleiches Material her.

Man verfährt bei der Darstellung von Portland-Cäment auf folgende Weise: Man mengt Kalk, Alkalien und Thon in solchen Verhältnissen, dass auf 3—4 Aequiv. Base (Kalk und Alkalien) 1 Aequiv. Säure (Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd) kommt. Mengt man diese Substanzen als trockne Pulver, so setzt man Wasser hinzu; mengt man sie dagegen in dünner Breiform, so dampft man sie so weit ab, dass sie eine plastische Masse darstellen, aus welcher man runde Ballen von 2—3 Zoll Durchmesser formt, die nach dem Trocknen zwischen Holzkohlen oder Koks gebrannt werden. Normal gebrannter Portland-Cäment erscheint unter dem Mikroskop als poröse Masse, aber vollständig geschmolzen und ungefähr vom Ansehen des Bimssteins. Die zum Brennen von Portland-Cäment erforderliche Temperatur ist wenigstens helle Rothglühhitze. Sie muss um so höher sein, je mehr Kalk und je weniger Eisenoxyd und Alkalien vorhanden sind.

An diesen Cäment schliessen sich die Zuschläge an, die man durch Brennen des Mergels erhält. In den unerschöpflichen Mergelmassen, die sich im bayerischen Vorge-

*) Der Thon des Medwayflusses ist wahrscheinlich wegen seines Natrongehaltes zur Portland-Cämentfabrikation der geeignetste. Pettenkofer macht mit Recht darauf aufmerksam, dass man vielleicht mit grossem Vortheil manche Mergel in gute Cämente verwandeln könne, wenn man sie mit Kochsalzlösung getränkt brenne.

birge vom Bodensee an bis an die österreichische Grenze finden und die gegen 25 pCt. Thon enthalten, ist ein Material geboten, welches nach dem Brennen unter Wasser einen schnell erhärtenden Cäment giebt.

Der englische Portland-Cäment fängt, mit Wasser zu einem Brei angerührt, schon nach einigen Minuten an, zu erstarren, nach einigen Tagen besitzt er schon eine ziemliche Härte, die nach einigen Monaten einen solchen Grad erreicht, dass er beim Anschlagen mit einem harten Körper wie gebrannter Thon klingt. Er lässt sich gleich dem Gyps ohne Sandzusatz in Formen giessen und eignet sich daher besonders zur Herstellung architektonischer Verzierungen und mit Sand gemengt zur Fabrikation von künstlichen Steinen. In neuerer Zeit hat Grüneberg die Herstellung von Krystallisirgefässen aus Portland-Cäment vorgeschlagen.

Fabrikation von künstlichem Cäment in Deutschland.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass die Fabrikation von künstlichem Cäment in jeder Gegend möglich ist. In der That fabricirt man jetzt auch in den meisten Gegenden Deutschlands Cäment, welcher allen Anforderungen entspricht, ohne dass es dabei nothwendig wäre, die Materialien aus grossen Entfernungen herbeizuschaffen. So wurde z. B. der hydraulische Kalk für die Göltzschthalüberbrückung auf der sächsisch-bayerischen Staatseisenbahn durch Mischen gleicher Theile von Ziegelmehl, Sand und Kalkmehl erhalten; das Gemenge wurde kurz vor der Verwendung mit Wasser angemacht und als möglichst dicker Brei verarbeitet. Zur Darstellung von hydraulischem Mörtel benutzt man die Aschen von Steinkohlen und Torf, die bei der Alaunfabrikation aus Alaunschiefer und Alaunerde zurückbleibende Masse, manche Hochofenschlacken, gebranntes Töpfergeschirr, Porcellankapselscherben u. s. w. Obgleich im Allgemeinen die Principien bekannt sind, nach welchen hydraulische Mörtel angefertigt werden müssen, so misslingen dennoch immer sehr viele Versuche. Das Misslingen liegt meist in dem unrichtigen Hitzegrad beim Brennen, in der versäumten Innigkeit der Mischung, hauptsächlich aber in der Unkenntniss der chemischen Zusammensetzung der zu mischenden Substanzen. So ist, um ein Beispiel anzuführen, nicht jeder Mergel zur Herstellung eines guten hydraulischen Mörtels geeignet. Bedingungen der Anwendbarkeit sind 1) das richtige Verhältniss des eingemengten Thons, am vortheilhaftesten 25 pCt.; 2) dieser Thon muss die erforderliche Beschaffenheit haben, er muss reich an Kieselerde und dabei höchst fein zertheilt sein; er muss ferner mit dem kohlensauren Kalk in innigem Gemenge sich befinden. Diese drei Bedingungen finden sich nur sehr selten mit einander vereinigt.

Als Anhang zu den Cämenten sei das Concrete (künstlicher Stein) der Engländer erwähnt, worunter man einen dem Wasser gut widerstehenden Mörtel versteht, der indessen nie die Festigkeit des mit Sand gemischten Cämentes erreicht. Es besteht aus einem Gemenge von gewöhnlichem Mörtel mit Steinen, Grus, das man in verlorenen Formen oder Verschalungen aus Holz (unsere Gussmauern) oder in bleibenden, aus Ziegel- oder Quadermauern (unsere Futtermauern) bestehend, erstarren lässt. Man verwendet zu dem Concrete gewöhnlich mageren, thonhaltigen Kalk, den man mit 2—3 Volumen gröberem und feinerem Sand mengt. Nach Pasley erhält man aber ein besseres Produkt, wenn 1 Kubikfuss frisch gebrannter Kalk, in Stücken nicht grösser als eine Faust (etwa 35 Pfd.) gemahlen mit $3^1/_2$ Kubikfuss scharfem Flusssand und ungefähr $1^1/_2$ Kubikfuss Wasser schnell gemischt und eingestampft wird. Die Maurer benutzen jedoch nicht die erstere Vorschrift, weil das trockene Gemisch sich besser mit Wasser mischt und zähe und langsamer im Erhärten ist. Der Mörtel erhärtet in wenigen Stunden hinlänglich, um, wenn auch die schwersten Mauern auf einer Grundlage von Concrete aufgeführt werden sollen, sogleich damit beginnen zu können. Auf 4—6 Fuss dicken Schichten von Concrete sind auf sumpfigem Grunde die Fundamente grosser Bauwerke in London nach dem Vorgange von Smirke gebaut worden, welcher auf die Anwendung des ungelöschten Kalkes zur Darstellung des Concrete geleitet wurde.

Erhärten des hydraulischen Mörtels.

Das Festwerden und Erhärten des hydraulischen Mörtels ist oft zum Gegenstande ausführlicher Untersuchungen gemacht worden. Beim Festwerden lassen sich, und das ist für die Praxis von Wichtigkeit, zwei ver-

schiedene Vorgänge unterscheiden: zunächst das blosse Erstarren, wobei die angemachte Masse aufhört, flüssig zu sein, aber noch sehr leicht vom Nagel geritzt wird; dann, was viel länger dauert, das Hartwerden selbst, d. h. die durch andauernde Vermittelung des Wassers vor sich gehende Versteinerung.

Der beim Erhärten des hydraulischen Mörtels stattfindende chemische Vorgang ist früher von Berthier, Kuhlmann und Vicat, und in neuerer Zeit besonders von v. Fuchs, Pettenkofer, Feichtinger und von A. Winkler studirt worden. Letzterer theilt die hydraulischen Mörtel nach den chemischen Vorgängen beim Erhärten unter Wasser und den verschiedenen Verbindungen, die in den noch nicht erhärteten Mörteln enthalten sind, in zwei Klassen.

Die erste Klasse, die er als Roman-Cämente bezeichnet, umfasst die Gemenge von Aetzkalk mit den Zuschlägen (den eigentlichen Cämenten): Puzzuolane, Trass, Santorin, Ziegelmehl und solche hydraulische Mörtel, welche man durch Brennen von hydraulischem Kalk und Mergel erhält. Alle diese Cämente enthalten in frischem Zustande Aetzkalk.

Die zweite Klasse bilden die Portland-Cämente, welche in frischem Zustande keinen Aetzkalk enthalten.

Die Erklärung des chemischen Vorganges beim Erhärten eines Roman-Cämentes rührt von v. Fuchs her, welcher zuerst nachgewiesen hat, dass es die Verbindung von Kalk mit Kieselsäure ist, welcher ein hydraulischer Mörtel seine charakteristischen Eigenschaften verdankt. Er hat nachgewiesen, dass aus allen hydraulischen Mörteln durch Säuren Kieselerde im gallertartigen Zustande ausgeschieden wird. Dasselbe findet bei den chemischen Verbindungen von Kieselsäure und Kalk statt. Silicate, welche für sich nicht mit Salzsäure Kieselgallerte abscheiden, erlangen diese Eigenschaft, wenn sie längere Zeit der Einwirkung von Kalk unter Wasser ausgesetzt sind: *)

Die Alkalien sind auf die Bildung und das Erhärten des hydraulischen Mörtels von günstigem Einfluss. In ersterer Beziehung wirken sie nützlich, indem sie die Kieselerde des Quarzes und die durch Säuren nicht zersetzbaren Silicate besonders leicht aufschliessen und in den gallertartigen Zustand überführen. In Bezug auf das Erhärten wirken sie indirect, indem sie die Kieselerde aufgeschlossen enthalten und nach und nach ihren Platz dem Kalk überlassen. Wasserglaslösung giebt schon in der Kälte ihre Kieselerde an Kalk ab, unter Freiwerden von Alkali. Die Alkalien werden übrigens durch das Wasser ausgewaschen. Kuhlmann, der sich mit dem hydraulischen Kalke und der Fabrikation künstlicher Steine beschäftigte, giebt an, dass man fetten Kalk in hydraulischen durch inniges Mischen desselben mit 10—12 pCt. kieselsaurem Alkali oder durch Behandeln mit einer Wasserglaslösung überführen könne.

Fasst man die Resultate aller Versuche, die sich auf die Erhärtung des Roman-Cämentes beziehen, zusammen, so erklärt sich das Erhärten wesentlich durch die Bildung einer Verbindung eines sauren Silicates oder aufgeschlossener Kieselerde mit dem vorhandenen gebrannten Kalk, zu wasserhaltigem anderthalb-basisch kieselsaurem Kalke, in welchem die Kieselerde, wie es scheint, zum Theil durch Thonerde und Eisenoxyd ersetzt sein kann. Die Erhärtung ist keineswegs eine Folge der Hydratation eines beim Brennen des hydraulischen Kalkes erzeugten Silicates, denn sonst müssten entwässerte Zeolithe unter Wasser gleichfalls erhärten, was mit der Erfahrung nicht übereinstimmt. Neben dem Hydrosilicate bildet sich stets eine grössere oder kleinere Menge von kohlensaurem Kalk, dessen Bildung jedoch unwesentlich für das Erhärten des hydraulischen Mörtels zu sein scheint.

Der Vorgang beim Erhärten eines Portland-Cämentes ist von Winkler zu erklären versucht worden. Nach ihm besteht der chemische Vorgang, welcher unter Mitwirkung des Wassers das Erhärten bewirkt, in dem Zerfallen eines Silicates, welches auf ein Aequivalent Säure (Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd) 3—4 Aequiv. Basis (Kalk und Alkalien) enthält, in freien Kalk und solche Verbindungen zwischen Kieselerde und Kalk und Thonerde und Kalk, welche auf nassem Wege zwischen genannten Körpern hergestellt werden können. Der ausgeschiedene Kalk verbindet sich an der Luft mit der Kohlensäure zu

*) Villeneuve hat vor einigen Jahren die Ansicht ausgesprochen, dass die hydraulischen Eigenschaften nicht allein der Kieselerde zuzuschreiben seien, sondern überhaupt allen elektro-negativen Körpern, welche mit dem Kalk unlösliche Verbindungen eingehen, besonders aber der Kohlensäure.

kohlensaurem Kalk. Ein erhärteter Portland-Cäment enthält demnach dieselben Verbindungen wie ein erhärteter Roman-Cäment; diese Verbindungen bilden sich aber unter Einwirkung des Wassers auf entgegengesetzte Art. Ihre Unlöslichkeit in Wasser und ihr inniges Aufeinanderlagern während des allmäligen Entstehens bewirkt, dass das ursprüngliche Pulver nach und nach in eine cohärente Masse übergeht. Aus zahlreichen Versuchen Winkler's folgt, dass die Kieselsäure in den Portland-Cämenten durch Thonerde und Eisenoxyd vertreten werden kann. Die Thonerde vermindert hierbei den Grad des Erhärtens nicht, macht aber den Cäment minder geeignet, den Einwirkungen der Kohlensäure zu widerstehen. Während des Erhärtens des Portland-Cämentes durch die Einwirkung des Wassers wird fortdauernd Kalk ausgeschieden, bis als Endresultat der Einwirkung von Wasser auf Portland-Cäment die Verbindungen 3 CaO, 2 SiO_3 und CaO, Al_2 O_3 entstehen, Letztere Verbindung wird durch Kohlensäure zerlegt, sie muss aber so lange im erhärteten Portland-Cäment als bestehend angenommen werden, als noch Kalkhydrat in demselben enthalten ist.

Der Gyps und das Gypsbrennen.

Vorkommen. Der Gyps ist schwefelsaurer Kalk und besteht nach der Formel CaO, SO_3 + 2 HO in 100 Theilen aus:

Kalk	32,56	CaO	28
Schwefelsäure	46,51	SO_3	40
Wasser	20,93	2HO	18
	100,00		86

Er gehört zu den verbreiteten Mineralkörpern und bildet theils für sich, theils mit dem Anhydrit (Karstenit, CaO, SO_3) Lager und Stöcke, zuweilen sogar ganze Gebirgsstockmassen. Die Gypslager und Stöcke gehören vorzüglich den Flötzformationen und gewissen tertiären Gebilden an.

Man unterscheidet folgende Arten des Gypses: 1) Gypsspath (blätteriger Gyps, Frauenglas, Fraueneis, Marieneis, Selenit), worunter sowohl der zu Krystallen ausgebildete, als auch der blätterige krystallinische Gyps verstanden ist 2) Fasergyps (Federweiss), faserig krystallinischer Gyps. Seideglänzend und faserig krystallinisch. 3) Schaumgyps (Gypsblüte), schuppig krystallinischer Gyps. 4) Körniger Gyps von grob- oder feinkörnig krystallinischer Textur, dessen reinste Varietäten den Namen Alabaster führen. 5) Dichter Gyps (Gypsstein), dichte, durchscheinende Massen von splittrigem Bruch. 6) Erdiger Gyps (Gypserde, Gypsgut, Mehlgyps).

Eigenschaften des Gypses. Der Gyps löst sich in 460 Th. kaltem und ebenso viel heissem Wasser auf; die Löslichkeit des Gypses wird durch Gegenwart von Salmiak vermehrt. Von Wichtigkeit ist sein Verhalten in der Wärme. Erhitzt man Gyps im luftleeren Raume über Schwefelsäure bis auf 100°, so verliert er die Hälfte seines Wassers und geht dadurch über in die Verbindung CaO, SO_3 + HO (mit 12,8 Proc. Wasser), die mit Wasser nicht erhärtet. Bei höherer Temperatur entweicht auch das zweite Aequivalent Wasser, welches vollständig noch unter 150° fortgeht. An der Luft erhitzt, ist das Verhalten des Gypses ein anderes; er beginnt dabei erst etwas über 100° Wasser zu verlieren, welches noch unter 132° vollständig entweicht. Der seines Wassers beraubte Gyps heisst gebrannter Gyps oder Sparkalk; er hat die Eigenschaft, die beiden Aequivalente Wasser, die er durch das Brennen verlor, wieder aufzunehmen und dabei zu erstarren. Auf dieser Eigenschaft beruht die Anwendung des Gypses zum Giessen und zu Mörtel. Der über 204° gebrannte Gyps ist todtgebrannt, d. h. er hat die Fähigkeit verloren, in gepulvertem Zustand mit Wasser zusammengerührt einen erhärtenden Brei zu bilden. Dieses Verhalten mag wol darin seinen Grund haben, dass durch das zu starke Erhitzen die Moleküle des Gypses sich anders lagerten und dadurch der Gyps in Anhydrit übergeht, welchem ebenfalls die Eigenschaft fehlt, mit Wasser zu erhärten.

Das eine Aequivalent Wasser des Gypses ist salinisches Wasser und lässt sich demnach durch Salze vertreten; darin liegt der Grund, warum auch das Pulver des ungebrannten

Gypses erhärtet, wenn man es, statt mit Wasser, mit der wässerigen Lösung von Kali und verschiedener Kalisalze mengt, so wirkt z. B. die Lösung von kohlensaurem Kali, schwefelsaurem Kali, kieselsaurem Kali und weinsaurem Kali-Natron (Seignettesalz). Die Erhärtung erfolgt schneller als mit gebranntem Gyps und reinem Wasser; bei Anwendung von weinsaurem Kali-Natron findet das Stocken sofort statt. Die erhärtete Masse gleicht, was Härte und Aussehen betrifft, dem auf gewöhnliche Weise erhärteten Gyps. Chlorsaures und salpetersaures Kali und alle Natronsalze bewirken die Erhärtung des Gypspulvers nicht. Wird auf solche Weise erhärteter Gyps wieder gepulvert und von Neuem mit einer Auflösung von kohlensaurem oder schwefelsaurem Kali versetzt, so erhärtet er nochmals. Man wird diese Eigenschaft wahrscheinlich in solchen Fällen benutzen können, wo man genöthigt ist, einen nicht mehr gut erhärtenden alten oder auch zu wenig gebrannten Gyps zu verwenden, indem man ihn statt mit Wasser, mit einer Lösung von Potasche anrührt.

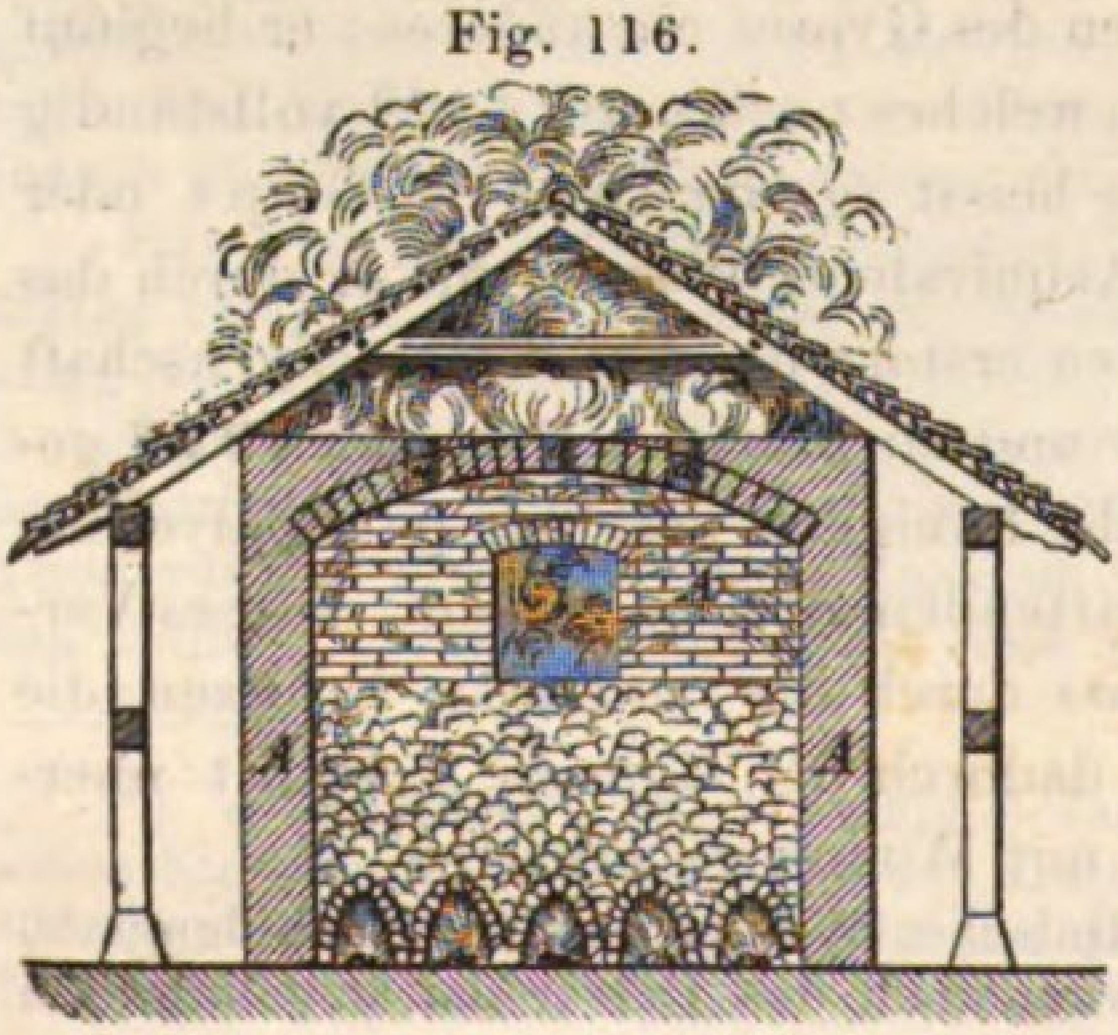
Brennen des Gypses.

Das Brennen des Gypses bezweckt eine vollständige Entwässerung desselben durch Erhitzen. Alle in neuerer Zeit vorgeschlagenen Verbesserungen im Gypsbrennen gründen sich auf die Beobachtung, dass die relative Härte des gebrannten und gegossenen Gypses in geradem Verhältniss zu der Härte des Gypses vor dem Brennen stehe. Die dichten Gypssteine geben demnach wieder harten und dichten Gyps, während die weichen und leichten Steine auch nur weichen Gyps liefern.

Bei in grösserm Maassstabe angestellten Versuchen über das Brennen des Gypses kam Payen zu folgenden Resultaten: a) Die niedrigste Temperatur, bei welcher der Gyps noch mit Vortheil gebrannt werden kann, jedoch weit langsamer, ist 80° C.; b) eine Temperatur von 110°—120° genügt, um ihm alles Wasser zu entziehen und ihn vollkommen zu brennen; c) um das Brennen gleichförmiger für alle Theilchen der Substanz zu machen, ist es zweckmässig, den Gyps als Pulver oder in kleinen Stückchen anzuwenden.

In allen Fällen beabsichtigt man, ein ganz gleichartiges Produkt zu erzielen und nicht ein Gemenge von schlecht gebranntem mit gar- oder mit todtgebranntem Gypse. Es ist demnach die Frage, ob es zweckmässiger sei, den Gyps zerkleinert zu brennen oder in ganzen Stücken, in welchem letzteren Falle grössere Mengen von Brennmaterial erforderlich sind. Zur völligen Verflüchtigung des Krystallwassers genügt allerdings eine Temperatur von 110°—120°, es gehört aber auch noch ein pulverförmiger Zustand des Gypses und ein Ausbreiten desselben in Lagen von 2 bis $2^1/_2$ Zoll Höhe dazu; ausserdem muss die Oberfläche des zu brennenden Gypses durch Umrühren und Wenden öfters erneuert werden. Man hat deshalb sehr zweckmässig die Wärme der Gewölbe der Flammen- und Verkohlungsöfen zum Gypsbrennen benutzt, deren strahlende Wärme sich ohne neuen Brennmaterialverbrauch auf 120° erhalten lässt. Will man nur kleine Quantitäten Gyps brennen, so bringt man den fein gemahlenen Gyps in einem eisernen Kessel über ein schwaches Kohlenfeuer und rührt so lange, bis die wallende Bewegung der Oberfläche aufgehört hat und eine über den Gyps gehaltene Glasplatte nicht mehr mit Wasserdämpfen beschlägt.

Fig. 116.



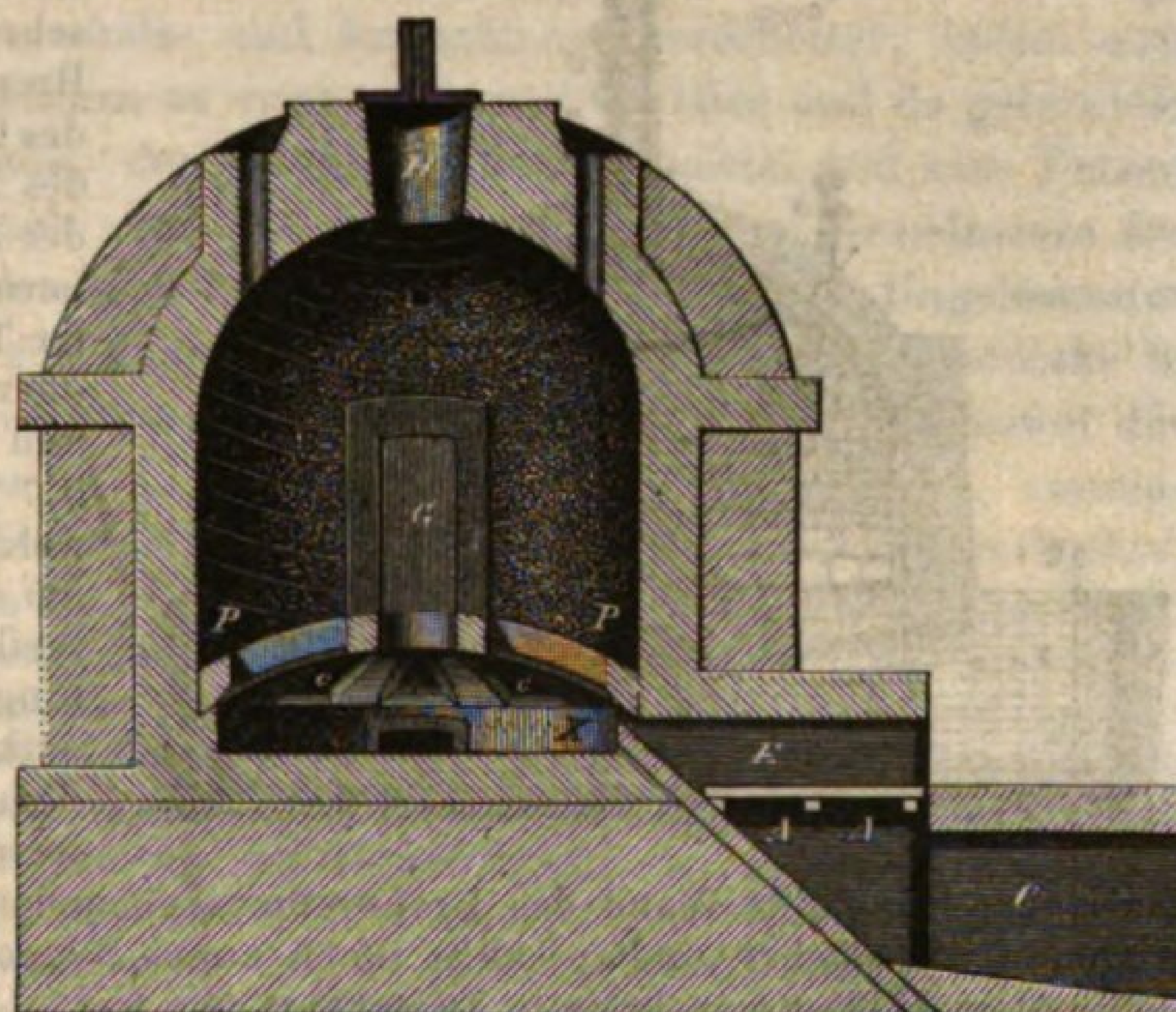
Brennöfen.

Im Grossen brennt man den Gyps in Gypsbrennöfen, wobei im Allgemeinen zu bemerken ist, dass man nicht wie bei dem Brennen des Kalkes die zu brennenden Gypssteine mit Brennmaterial durchschichten kann, weil sonst der Gyps oberflächlich zu Schwefelcalcium ($CaO, SO_3 + 4\ C = CaS + 4\ CO$) reducirt werden würde.

Eine sehr einfache, aber sehr gebräuchliche Construction eines Gypsofens zeigt Fig. 116; er besteht aus vier starken Mauern *A*, die oben mit einem flachen Gewölbe überspannt sind, welches einige Abzugskanäle *aa* enthält. In zwei einander

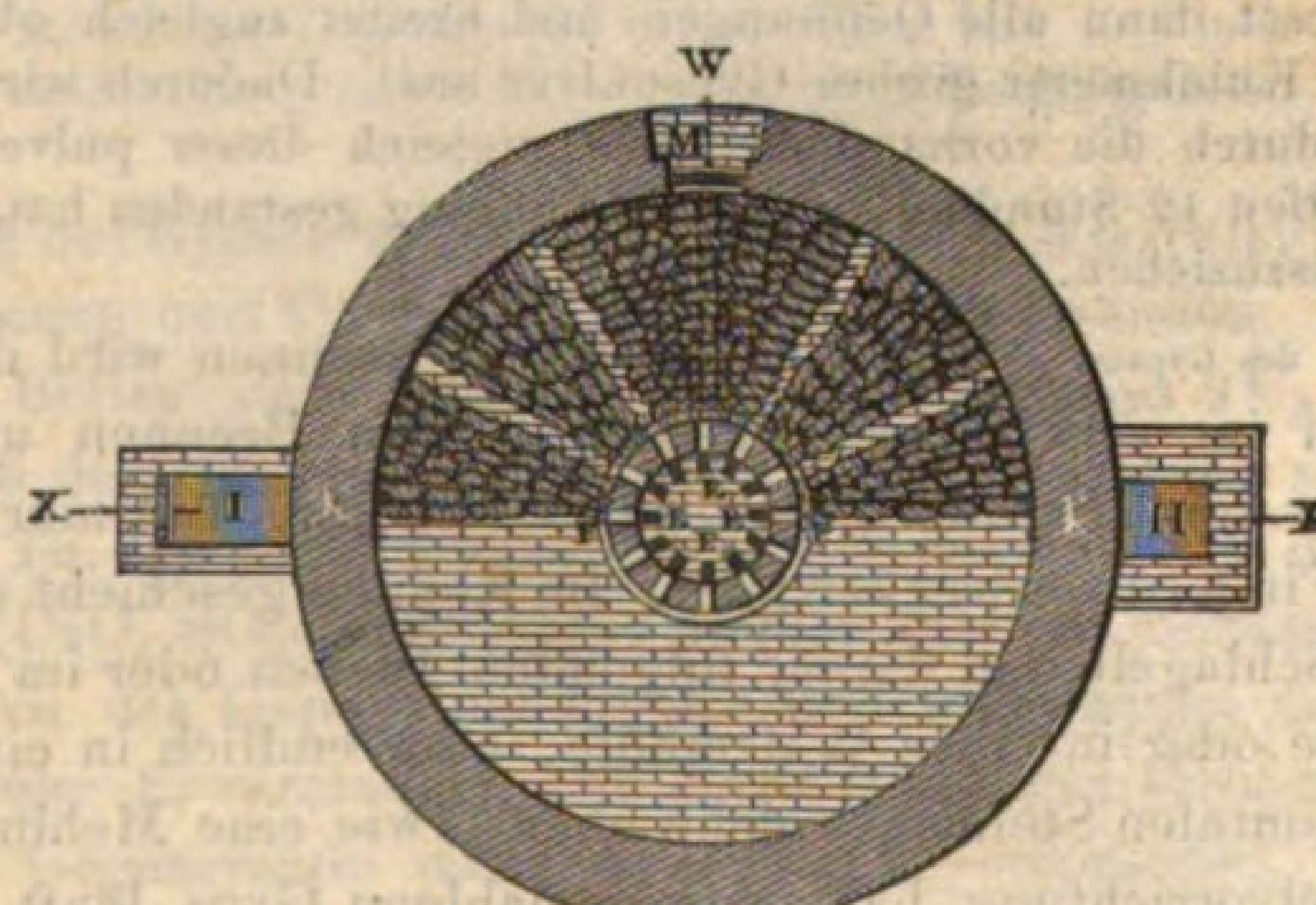
gegenüberstehenden Mauern befinden sich die zum Feuern dienenden Schürlöcher. In dem Ofenraum baut man nun die grössern Gypssteine zu kleinen Gewölben oder Feuergassen auf, schüttet darauf den übrigen Gyps und unterhält in den Schürlöchern ein schwaches Feuer mit Reissig. *b* ist eine Oeffnung zum Beschicken und Entleeren des Ofens, die während des Brennens verschlossen wird. Zweckmässig ist der Gypsbrennofen von Scanegatty (Fig. 117). Der innere Raum ist in der Höhe von 1 Fuss über dem Boden durch das Gewölbe *P*, *P* in zwei ungleiche Hälften getheilt. In die obere Abtheilung wird der zu brennende Gyps sowol durch die Thüre *G*, als auch durch die Mundöffnung *H* eingesetzt; sie ist mit einer Anzahl von Zügen versehen. Die untere Abtheilung, der Feuerraum, steht mit der vor dem Ofen gelegenen Feuerung *E* in Verbindung. Der Zug *C* endigt in den Aschenfall unter dem Rost *A*, auf dem ein Steinkohlenfeuer sich befindet. Die Flamme tritt bei *X* unter das durchbrochene Gewölbe *P* und entweicht durch die Oeffnungen *c*, *c*, *c* in den Gypsbrennofen. Die sich entwickelnden Wasserdämpfe entweichen durch im obern Theile des Gewölbes befindliche Oeffnungen. Ein solcher Ofen fasst gegen 220 Kubikfuss Gyps. Da bei diesem Ofen das Brennen des Gypses nicht sowohl durch die Flamme, als vielmehr durch die heisse Feuerluft geschieht, so lässt sich eine Ueberhitzung leichter vermeiden.

Fig. 117.



Der in neuerer Zeit aufgekommene Gypsbrennofen von Dumesnil (Fig. 118 im Horizontaldurchschnitt über der Sohle des Brennraumes, und Fig. 119 im Vertikaldurchschnitt dargestellt) ist ähnlich dem Ofen von Scanegatty construirt, zeigt aber von diesem wesentliche Verschiedenheiten. Er besteht aus dem untern Theile, welcher die Feuerung enthält und dem darüber befindlichen Brennraume. Ersterer reicht unter den Fussboden hinab und besteht aus dem Aschenfalle *A* mit seiner Thüre *B*, dem Roste *C* und dem Feuerraum *D*, zu welchem letzteren ein Kanal *H* führt. Oben ist der Feuerraum durch ein Gewölbe geschlossen. Seitlich unterhalb des Gewölbes gehen von dem Feuerraume 12 Kanäle *E* aus, welche nach oben gebogen sind und die Feuerluft in den Brennraum führen. *J* ist eine Vertiefung, in welche der Heizer auf der Treppe *g h* hinabsteigt, wenn er zum Aschenfall gelangen will.

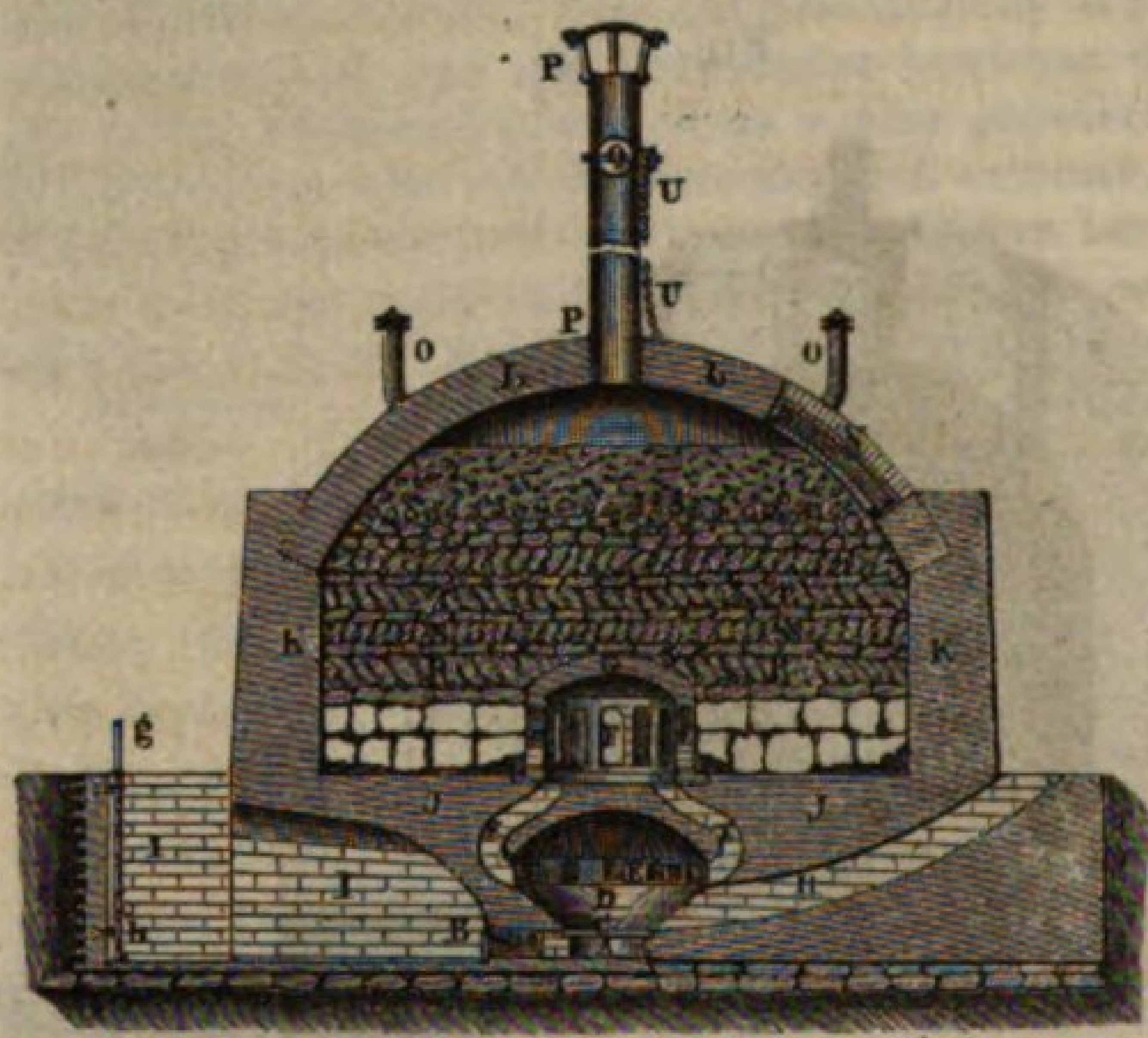
Fig. 118.



Der Brennraum hat das Mauerwerk *J* aus feuerfesten Steinen zur Basis. Seine innen cylindrische, aussen schwach konische Seitenwand *K* ist aus zwei Lagen Steinen gebildet und äusserlich mit Gyps bekleidet. Oben ist er durch die gewölbte Decke *L* begrenzt, welche in ihrer Mitte die eisenblechene Esse *PP* trägt. Diese Esse ist mit einer Klappe *Q* versehen, welche durch eine Kette *UU* regulirt werden kann. Ausserdem sind noch, symmetrisch um diese vertheilt, vier kleine Zugröhren *O* angebracht, die man durch aufgelegte Deckel schliessen kann. Diese Röhren dienen dazu, die Hitze in den verschiedenen Theilen des Ofens gleichmässig zu machen.

In der Wand des Brennraumes sind, einander gegenüberstehend, zwei Oeffnungen angebracht, eine *M* in der Seitenwand, welche zum Einbringen der unteren Gypslagen in den Brennraum, sowie beim Entleeren des Ofens, benutzt wird, und eine *N*, welche dazu dient, die oberen Gypslagen in den Brennraum zu bringen. *M* kann durch eine ausserhalb mit einer Ziegelbedeckung versehene, gusseiserne Platte, *N* durch eine Thüre von starkem Eisenblech verschlossen werden. Als sehr wichtiger Theil, um ringsum im Brennraume ein gleichmässiges Brennen des Gypses zu erzielen, ist auf der Sohle des Brennraumes über den Mündungen der Kanäle *E* eine cylindrische, im Innern 1 Meter weite Haube von gebrannter Thonmasse angebracht, welche nach oben durch die Kappe *G* geschlossen und seitwärts mit 12 Oeffnungen *F* von 0,7 Meter Höhe versehen ist, durch welche die Feuerluft hindurchströmt, um sich zwischen der Gypsmasse zu vertheilen. Um die gleichmässige Vertheilung der Wärme im Brennraume zu bewirken, muss der zu brennende Gyps in demselben in geeigneter Art angeordnet werden. Man stellt die Stücke in von der Haube nach der Wand des Brennraumes gehenden Reihen so auf, dass sie auf der schmalen Seite stehen und zwischen ihnen angemessene Zwischenräume bleiben. Vor den Oeffnungen *F* lässt man breitere Zwischenräume frei. Die zweite Lage macht man aus quer über den Reihen der ersten Lage ebenfalls auf die schmale Seite gelegten Gypsstücken. Ueber der zweiten Lage macht man eine dritte ähnlich der ersten, nur dass man vermeidet, die hohlen Räume derselben vertical über denen der ersten Lage anzubringen. In dieser Weise wird mit dem Beschicken des Ofens fortgefahren. Dann wird der bei der Thüre *M* noch freigelassene Raum ebenfalls vollgesetzt und diese Thüre geschlossen. Die weitere Füllung erfolgt durch die Oeffnung *N*, indem man die Gypsstücke auch ferner angemessen auf einander schichtet und nach oben hin immer kleinere Stücke nimmt.

Fig. 119.



Ist die Beschickung beendet, so setzt man das Feuer in Gang. Während der 4 ersten Stunden unterhält man das Feuer ziemlich gelinde; während der 8 folgenden Stunden verstärkt man das Feuer. Nach Verlauf von 12 Stunden hört man mit dem Feuern auf; man schliesst dann alle Oeffnungen und breitet zugleich oben auf dem Gypse im Brennraume 5—6 Kubikmeter grobes Gypspulver aus. Dadurch wird der Zug im Ofen sehr verlangsamt und durch die vorhandene Hitze zugleich dieser pulverförmige Gyps gebrannt. Nachdem der Ofen 12 Stunden lang zur Abkühlung gestanden hat, beginnt man, den gebrannten Gyps herauszuziehen.

Mahlen des Gypses.

Sofort nach dem Brennen wird der Gyps gepulvert, wenn er nicht schon im zerkleinerten Zustande dem Brennen unterworfen wurde. Das Pulvern macht keine Schwierigkeit, da er so weich und mürbe ist, dass er sich fast zwischen den Fingern zerdrücken lässt. Im Kleinen geschieht es mittelst Zerschlagen mit hölzernen Schlägeln und darauf folgendem Sieben oder im Grossen entweder in einer Stampfmühle oder in einer Walzmühle, oder endlich in einer gewöhnlichen Mahlmühle mit horizontalen Steinen, welche ebenso wie eine Mehlmühle beschaffen ist, jedoch keine Beutelvorrichtung hat, der gemahlene Gyps läuft unmittelbar aus dem Boden der die Mühlsteine umgebenden Zarge in untergestellte Fässer. Nach dem Mahlen oder Sieben schlägt man den Gyps in trockne Fässer und bewahrt ihn, vor Feuchtigkeit geschützt, auf.

Anwendung des Gypses.

Der Gyps wird auf mannichfaltige Weise benutzt. Der ungebrannte Gyps findet zuweilen in Stücken als Baustein Anwendung, da indessen der Gyps in Wasser nur schwer löslich, aber nicht unlöslich ist, so löst sich mit

der Zeit der Gyps durch Regen und überhaupt durch Feuchtigkeit auf. Deshalb ist diese Anwendung mit Recht von den Behörden untersagt. Der dichte und feste feinkörnige Gyps, besonders der weisse, wird zu Bildhauerarbeiten, zu gedrehten und geschliffenen Gegenständen und zu architektonischen Verzierungen verwendet. Aus dem Alabaster von Volterra verfertigt man zu Florenz Vasen von grosser Schönheit. Dasselbe Material dient zur Fabrikation der römischen Perlen. Auch die faserige Varietät des Gypses wird zu Damenhals- und Armschmuck verarbeitet, indem man durch convexes Schleifen sein Schillern zu verstärken sucht. Hier und da gebraucht man den Fasergyps zum Streusande, den späthigen als Polirmittel und zum Putzen von silbernen Gegenständen. Auch wird das feine Gypspulver zur Grundmasse der Pastellfarben und als Zusatz zu gewissen Porcellanmassen verwendet. Ungebrannter Gyps findet ferner Anwendung zur Umwandlung des kohlensauren Ammoniaks in schwefelsaures. Eine sehr ausgedehnte und wichtige Anwendung findet sowol der rohe, als auch der gebrannte Gyps in der Landwirthschaft als Düngemittel, vorzügzum Bestreuen der Wiesen, des Klees und anderer Futterkräuter und der Hülsenfrüchte.

Man nimmt gewöhnlich an, dass die günstige Einwirkung des Gypses auf die Vegetation darauf beruht, dass der Gyps Ammoniak absorbirt, welches ausserdem auf einem nicht gegypsten Boden wieder verdunstet sein würde. Das bei der Fäulniss sich entwickelnde, sowie das in der Atmosphäre enthaltene kohlensaure Ammoniak wird fixirt; es zerlegt sich mit dem Gypse in der Weise, dass schwefelsaures Ammoniak und zweifach kohlensaurer Kalk entsteht. Diese Erklärung der Wirksamkeit der Gypsdüngung ist ungenügend, Untersuchungen von W. Mayer haben gezeigt, dass der Ackerboden durch seinen Thon, sein Eisenoxyd u. s. w. das Ammoniak weit besser und in grösserer Menge fixirt als der Gyps. Bei der Gypsdüngung hält man eine Dosis von 5 Ctr. auf den englischen Acker für genügend; angenommen, aller Gyps gelange zur Realisation und diene zur Fixirung von kohlensaurem Ammoniak, so könnte er doch nicht mehr davon binden als $2^7/_{10}$ Ctr. Mayer's Versuche zeigen dagegen, dass auf einen engl. Acker

eine Sorte Havannaerde	227 Ctr.
Kalkboden von Schleissheim bei München	158 ,,

Ammoniak fixirt enthält. Wahrscheinlich ist es, dass der Gyps dadurch die Vegetation begünstigt, dass er das durch das Düngen zugeführte Kali, die Phosphorsäure und andere wichtige Pflanzennahrungsmittel fixirt und diese Stoffe der Pflanze in concentrirter Gestalt und in assimilirbarer Form darbietet. Man erinnere sich, dass Gypspulver, auch von ungebranntem Gypse, mit Lösungen von Kali und andern Salzen zusammengebracht, zu einer Masse erstarrt, in welcher das Kali in schwer löslicher Form enthalten ist, und man wird diese Eigenschaft des Gypses bei der Aufstellung einer Theorie der Gypsdüngung nicht hoch genug anschlagen können.

Gypsabgüsse. Die Anwendung des Gypses zum Giessen und zu Abdrücken ist eine sehr beliebte zur Nachahmung und Vervielfältigung von Gegenständen. Man bedient sich hierzu eines dünnen Breies aus 1 Th. gebranntem Gypse und $2^1/_2$ Th. Wasser; obgleich der Gyps durch das Brennen nur gegen 20 Proc. verliert, so ist er doch noch im Stande, mit $2^1/_2$ Th. Wasser einen harten Brei zu geben, weil durch die entstehenden Gypskrystalle ($CaO, SO_3, 2\,HO$) das übrige Wasser mechanisch eingeschlossen wird. Das Erhärten des Gypses erfolgt bei gut gebranntem Gypse in 1—2 Minuten und unter geringer Erwärmung. Die Herstellung von Gypsabgüssen ist nach der Gestalt der Gegenstände mehr oder weniger schwierig. Die angewendeten Formen sind häufig selbst aus Gyps angefertigt und werden, um das Adhäriren des eingegossenen Gypses zu verhindern, mit Oel getränkt. Um die Unbequemlichkeit harter Formen zu umgehen, bedient man sich auch elastischer Leimformen. Oft auch benutzt man Formen von Gyps als Modell zum Giessen von Zink und Bronze oder zur Vervielfältigung galvanoplastischer Gegenstände, zu Modellen in der Porcellan- und Fayencefabrikation u. s. w. Der gegossene Gyps wird auch unter anderm gebraucht, um die Böden von Oelfässern zu bekleiden.

Um das Erhärten des Gypsbreies zu verzögern, giebt man ihm einen Zusatz von Leim, welcher ausserdem dem Gyps grössere Härte, einen gewissen Grad von Durchscheinenheit und ein marmorähnliches Ansehen ertheilt. Den so gemischten Gyps wendet man hauptsächlich zu architektonischen Verzierungen, die unter dem Namen Stucco (Stuck, Gypsmarmor) bekannt sind, an. Zu diesem Zwecke wird der Gyps mit Leimwasser, welchem man etwas Zinkvitriollösung zugesetzt hat, angerührt und auf das Mauerwerk aufgetragen. Nach dem Trocknen wird der Ueberzug mit Bimsstein abgeschliffen. Auf die trockne Oberfläche trägt man eine neue Lage Gyps, die mit stärkerem Leimwasser angemacht ist, auf, polirt dann die völlig trocken gewordene Oberfläche mit Tripel und Leinwandballen und tränkt dann dieselbe mit Olivenöl. Um gefärbten Gypsmarmor darzustellen, rührt man den Gyps mit Farben, wie mit Colcothar, Russ, Indig, Mennige u. s. w. an oder macht aus dem gefärbten Gypse Kuchen, welche man übereinander legt und durchschneidet, um gebänderten Gyps zu erzeugen. Kuhlmann empfiehlt die Anwendung einer Lösung von mangansaurem Kali, mit welcher man den Gyps anrührt, um sehr schön gefärbte künstliche Steine zu erhalten. Ein Gemisch von feinem Gyps und gepulvertem Frauenspath (Gypsspath) mit Leimwasser giebt die in neuerer Zeit vielfach zu ornamentalen Zwecken angewendete Scaliogla (von scaglia, Schuppe, Rinde).

Härten des Gypses. Der Gyps lässt sich auf verschiedene Weise härten. Eine der ältesten Methoden besteht darin, das Pulver von gebranntem Gyps mit Lösungen von Leim oder arabischem Gummi anzurühren und auch den fertigen gegossenen und abgetrockneten Gegenstand in derartige Lösungen zu tauchen. Später schlug man vor, Gypsgegenstände in eine Auflösung von 40 Loth Alaun in 6 Pfd. Wasser zu tauchen, sie 15—30 Minuten darin zu lassen, dann herauszunehmen und über den erkalteten Gegenstand Alaunlösung zu schütten, so dass er mit einer Krystallschicht überzogen ist, ihn trocknen zu lassen, mit Sandpapier zu poliren und endlich mit einem feuchten Tuche die letzte Politur zu geben. Dieses Verfahren wurde später dahin vereinfacht, dass man gebrannte Gypsstücke, sowie sie aus dem Ofen kommen, mit Alaunlösung tränkt oder gepulverten Gyps mit Alaunlösung anrührt und dann nach dem Trocknen zum zweiten Male brennt. Der Alaungyps erstarrt nach dem Mahlen so leicht wie gewöhnlicher Gyps. Die Härte des Produkts tritt dann erst hervor, wenn man das Pulver anstatt mit Wasser mit Alaunlösung anmacht. Nach diesem Verfahren hergestellte Gypsgegenstände erhalten durch vollständiges Trocknen die Härte und das Durchscheinende des Marmors und Alabasters. Die Härte wird weder durch kaltes noch durch siedendes Wasser vermindert. Der mit Hülfe von Alaun gehärtete Gyps heisst Marmorcäment. Das Pariancäment ist durch Borax gehärteter Gyps; zu dem Ende befeuchtet man die gebrannten Gypsstücke mit einer Lösung von 1 Th. Borax in 9 Th. Wasser durch und durch, glüht sie sechs Stunden lang und mahlt sie hierauf. Noch besser soll der Erfolg sein, wenn man dieser Lösung 1 Th. Weinstein und die doppelte Wassermenge zusetzt.

Das Härten von Gyps mit Wasserglaslösung ist nur schwierig auszuführen; Gyps mit Wasserglaslösung zusammengerieben, kommt sogleich ins Stocken und beim Austrocknen wittert sehr bald schwefelsaures Kali oder Natron in grosser Menge aus; nach dem Trocknen ist die Masse kaum fester als der gewöhnliche Gyps. Aus Gyps gefertigte Gegenstände lassen sich daher nicht mit Wasserglaslösung imprägniren, um sie fester zu machen, indem die Flüssigkeit wegen des Stockens nicht eindringen kann. Bessere Resultate erhält man mit Anhydrit oder mit dem ihm sich gleich verhaltenden starkgebrannten Gyps.

Von den vorstehenden Methoden unterscheiden sich wesentlich diejenigen, die eine Härtung des Gypses nicht durch Zusatz eines andern Körpers, sondern durch eigenthümliche Behandlung des Gypses erstreben. Hierher gehört das Verfahren von Fissot, welches sich indessen nur zur Umwandlung der Gypsblöcke in künstlich gehärtete Steine zu Bauzwecken eignet; nach diesem Verfahren giebt man dem rohen Gypsblocke die gewünschte Gestalt, bringt ihn in den Brennofen, lässt ihn nach dem Brennen erkalten und taucht ihn dann $\frac{1}{2}$ Minute lang unter Wasser; nachdem er einige Sekunden der Luft ausgesetzt, taucht man ihn 1—2 Minuten lang in Wasser; an der Luft nimmt er nach dieser Behandlung eine grosse

Härte an. Wie es scheint, beruht dieses Verfahren auf einer vermehrten Aneinanderkittung der einzelnen Theilchen durch Krystallisation.

Völlig fertig gemachte und getrocknete Gypsgegenstände nehmen, wenn sie mit geschmolzener Stearinsäure oder mit Paraffin (nach Angerstein) getränkt worden sind, einen gewissen Grad von Durchscheinenheit und durch Reibung gute Politur an, so dass sie dem mit Wachs getränkten Meerschaum ähneln. Da hierbei vollkommene Reinheit der Gypsmasse unerlässlich ist, so ist es, da ohnehin das Verfahren nur bei kleinen Gegenständen Anwendung finden kann, am besten, Gypsspath anzuwenden und ihn während des Brennens vor jeder Beimengung von Unreinigkeit zu verwahren. Um der Masse ein besonders warmes Ansehen zu geben, giebt man dem Paraffin oder der Stearinsäure durch Zusatz von etwas Gummigutt und Drachenblut eine schwach röthlichgelbe Färbung.

Die Barytpräparate.

Barytmineralien. Der Baryt kommt als Schwerspath (BaO, SO_3) und als Witherit (BaO, CO_2) in grosser Menge im Mineralreiche vor. Gehört das letztere Mineral vorzüglich England (namentlich den Grafschaften Lancashire, Flintshire, Shropshire, Cumberland, Durham, Westmoreland, Northumberland) an, so findet sich dagegen der Schwerspath in deutschen Gebirgen, so im Spessart, im Odenwalde, im Schwarzwalde u. s. w. in so bedeutender Menge, dass die Frage nach seiner Verwendung schon seit länger als fünfzig Jahren ventilirt, bis auf den heutigen Tag aber nicht erschöpfend beantwortet wurde. Wenn man von der Benutzung der Barytmineralien zur Herstellung der chemischen Barytpräparate absieht, so lässt sich behaupten, dass vor dem Jahre 1830 der Schwerspath nur als Zusatz von Bleiweiss, hin und wieder zur Verfertigung von Capellen und von Testen zum Silberfeinbrennen und auch als Streusand, Verwendung fand. Seit etwa 20 Jahren hat sich der Stand der Dinge geändert, man erkannte nach und nach die werthvollen Eigenschaften des Baryts und der Barytpräparate, und suchte diese Eigenschaften der Industrie dienstbar zu machen.

Eigenschaften des Baryts. Von den chemischen Eigenschaften des Baryts, die in industrieller Hinsicht von besonderer Tragweite sind, steht oben an die, durch Schwefelsäure aus allen seinen Verbindungen als ein unlösliches, blendendweisses Pulver ausgeschieden zu werden. In Folge dieser Eigenschaft eignet sich der Baryt zur Darstellung von unzähligen chemischen Präparaten. Eine andere Eigenthümlichkeit des Baryts besteht darin, dass er leichter als Kali und Natron die Elemente des Stickstoffs und Kohlenstoffs zu Cyan vereinigt und deshalb für die Zukunft der Blutlaugensalzfabrikation, der Blaufärberei, sowie für die Bereitung der Ammoniaksalze, ein wichtiger Körper geworden ist. Dass der Baryt mit Rohrzucker beim Erwärmen eine in Wasser unlösliche Verbindung giebt; dass der Baryt im erhitzten Zustande mit atmosphärischer Luft zusammengebracht, Sauerstoff aufnimmt und in Bariumsuperoxyd übergeht, welches zur Darstellung von Sauerstoffgas Anwendung gefunden hat; dass der Baryt so gut wie das Bleioxyd in die Glasmasse einzutreten vermag und Gläser bildet, die den Bleigläsern den Rang streitig machen; dass der Baryt als starke Base in vielen Fällen statt des Kali's angewendet werden kann, wenn es sich um die Ausfällung von Metalloxyden (in der Farbenfabrikation), um die Spaltung neutraler Fette in Glycerin und Fettsäuren, um die Nitrification (selbst behufs der Darstellung von Kalisalpeter) u. s. w. handelt — alles dies ist für die technische Gewerbsthätigkeit wichtig und sehr ausgedehnter Anwendungen fähig.

Verarbeitung des Schwerspathes. Für die deutsche Industrie ist nur der Schwerspath von Interesse, der, wenn wir von seiner Anwendung in fein gemahlenem

Zustande zum Versetzen der Farben (des Bleiweisses, der grünen und blauen Kupferfarben, des Chromgelb, der Smalte, ja selbst zuweilen des Ultramarins) absehen, vor seiner industriellen Benutzung entweder in kohlensauren Baryt oder in Chlorbarium übergeführt werden muss. Zu dem Ende wird der Schwerspath durch Kohle zu Schwefelbarium reducirt und letzterer entweder durch einen Strom Kohlensäuregas in kohlensauren Baryt, oder durch gewisse Metalloxyde wie Kupferoxyd, Zinkoxyd in Aetzbaryt, oder durch Salzsäure in Chlorbarium übergeführt. Eine zweckmässige Methode des Aufschliessens des Schwerspaths gehört aber noch zu den Wünschen des technischen Chemikers, denn selbst das Verfahren von Asselin, Schwerspath mit Chlorcalcium und Holzkohle zu glühen, oder die Methode von Kuczynski, das Aufschliessen des Schwerspaths durch Zusatz von Kochsalz zu erleichtern, lassen in Bezug auf die Vollständigkeit des Aufschliessens viel zu wünschen übrig. Ein Zusatz von Glaubersalz zum Schwerspath möchte anzurathen sein, wenn das Aufschliessen auf dem Herde eines Flammenofens geschieht.

Barytweiss, Darstellung desselben.

Unter den Barytpräparaten steht der künstliche (d. h. gefällte) schwefelsaure Baryt (Blanc-fixe, Barytweiss, Permanentweiss) oben an, nicht allein wegen der Vielseitigkeit seiner Anwendung, sondern auch, weil er überall in der Barytindustrie zum Vorschein kommt und das werthvolle Endprodukt in fast allen Fällen ist, in denen der Baryt industrielle Anwendung findet. Man stellt das Barytweiss meist direct durch Fällen von Schwefel- oder Chlorbarium mit Schwefelsäure oder durch Lösen von Witherit in mit Schwefelsäure versetzter Salzsäure dar. Letzterer von Pelouze herrührenden Methode gebührt der Vorzug, obgleich sie nicht überall befolgt werden kann, denn nach ersterem Verfahren erhält man ein schwefelhaltiges Produkt (entweder weil das Schwefelbarium Barythyposulfit oder ein Polysulfuret des Bariums enthielt), das beim Aufbewahren gern säuert und zu vielen Zwecken, wo neutrales Barytweiss Erforderniss ist, keine Verwendung finden kann. Weit wichtiger als die directe Methode der Darstellung des schwefelsauren Baryts ist die indirecte Darstellungsart, wobei das Barytweiss als Nebenprodukt auftritt. Diess ist nun der Fall bei der Herstellung zahlloser chemischer und technischer Präparate, so z. B. bei der Gewinnung:

a) von Weinsäure, die man darstellt, indem man die Hälfte der im Weinstein enthaltenen Säure durch kohlensauren Baryt in der Wärme neutralisirt und die dabei entstehende Lösung von neutralem weinsaurem Kali, wie es gegenwärtig zweckmässig in pharmaceutisch-chemischen Laboratorien geschieht, auf Kali tartaricum verarbeitet, oder dieselbe durch Chlorbarium zersetzt. Der erhaltene weinsaure Kalk wird nach dem Auswaschen mit kaltem Wasser durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt u. s. w.

b) von Citronensäure. Auch bei der Darstellung dieser Säure lässt sich der Kalk mit Vortheil durch Baryt (anfangs kohlensauren Baryt, Vollenden der Sättigung mit Aetzbaryt) ersetzen. Einmal ist der citronensaure Baryt weniger löslich als der citronensaure Kalk, das andere Mal krystallisirt die aus dem Barytsalze abgeschiedene Säure leichter als die aus dem Kalksalze erhaltene, da letztere stets gypshaltig ist;

c) von Essigsäure. Wird roher Holzessig mit kohlensaurem Baryt oder mit Schwefelbarium gesättigt, so erhält man essigsauren Baryt, welcher durch vorsichtiges Rösten von den Theerstoffen befreit werden kann. Die Lösung des essigsauren Baryts wird durch eine äquivalente Menge Schwefelsäure zersetzt, wobei man, ohne Destillation, Essigsäure und Barytweiss erhält;

d) von essigsaurer Thonerde. Die unter dem Namen Rothbeize in der Färberei und Zeugdruckerei angewendete Lösung von Thonerdeacetat wird bekanntlich mittelst Bleizucker und Alaun dargestellt. Anstatt des Bleizuckers lässt sich essigsaurer Baryt anwenden, wobei man den Vortheil hat, dass man anstatt des schwer zu verwerthenden Bleisulfates Barytweiss erhält;

e) von Salpetersäure. Durch Zersetzen einer concentrirten Lösung von Barytsalpeter mit einer äquivalenten Menge Schwefelsäure erhält man, nachdem das Barytweiss sich

abgeschieden, ohne Destillation, nicht zu sehr verdünnte Salpetersäure, die in vielen Fällen, ohne weiter concentrirt zu werden, Anwendung finden, oder durch Erhitzen bei 100° bis auf 1,13 spec. Gewicht (= 19 pCt. Salpetersäure) gebracht werden kann;

f) von Chromsäure. Für technische Zwecke zersetzt man den chromsauren Baryt mit Schwefelsäure, wobei gelb gefärbter schwefelsaurer Baryt entsteht, der sich rasch absetzt und als Barytgelb Anwendung finden kann, und eine etwa 10° B. starke Lösung von Chromsäure erhalten wird, die man in Steinzeuggefässen oder in Bleipfannen bis auf 50 bis 60° B. concentriren kann;

g) von Kalisalpeter. Unter den verschiedenen Methoden der Darstellung von gewöhnlichem Salpeter aus Chilisalpeter verdient nach Bolley diejenige den Vorzug, nach welcher man den Natronsalpeter durch Chlorbarium in Barytsalpeter (und Chlornatrium) überführt, und den Barytsalpeter durch schwefelsaures Kali in Barytweiss und Kalisalpeter zerlegt. Der Umweg und die an ihn geknüpfte Arbeitsvermehrung wird sicher reichlich compensirt durch grössere Ausbeute und reineres Produkt;

h) von Stearin- und Palmitinsäure. In den Stearinkerzenfabriken werden behufs der Ausscheidung der Fettsäuren aus der Kalkseife jährlich Tausende von Centnern Schwefelsäure in werthlosen Gyps verwandelt. Es liegt daher der Gedanke nahe, zur Verseifung des Talges oder Palmfettes Aetzbaryt anzuwenden, womit der Vortheil verknüpft ist, dass man die benutzte Schwefelsäure fast zu dem Ankaufspreise in Gestalt von Barytweiss verwerthen, und aus der von der schweren und sich leicht absetzenden Barytseife abgelassenen Flüssigkeit das Glycerin weit vollständiger abscheiden kann, als wenn man sich des Kalkes zur Verseifung bedient hätte;

i) von Stärkezucker. Die Abscheidung der Schwefelsäure aus der Zuckerflüssigkeit, durch Kochen von Stärke mit verdünnter Schwefelsäure erhalten, ist eine der wichtigsten Operationen der Stärkezuckergewinnung, da von ihr nicht nur die Farbe und Reinheit, sondern auch besonders der Geschmack des Produktes abhängt. Dem zur Neutralisation angewendeten kohlensauren Kalk ist der kohlensaure Baryt vorzuziehen, da der entstandene schwefelsaure Baryt vollkommen unlöslich ist, sich schnell und vollständig ablagert und auch noch vortheilhaft veräussert werden kann;

k) von vielen chemisch-pharmaceutischen Präparaten, so von Blausäure ohne Destillation (durch Zersetzung einer Lösung von Cyanbarium mit einem Aequiv. Schwefelsäure und Decantiren der wässerigen Blausäure von dem Barytweissniederschlage), vom Schwefelwasserstoffwasser ex tempore (aus wässeriger Lösung von Schwefelbarium und verdünnter Schwefelsäure und Absetzenlassen des Niederschlages), von Jodwasserstoffsäure (entweder durch Zersetzen einer wässerigen Lösung von Jodbarium mit Schwefelsäure, oder besser durch Eintragen von fein zertheiltem Jod in schwefligsauren Baryt, der im Wasser suspendirt ist: $BaO\,SO_2 + J + HO = BaO\,SO_3 + JH$), von Jod- und Bromkalium (durch Zersetzen von Jod- oder Brombarium mit Kalisulfat, oder durch Sättigen der aus schwefligsaurem Baryt erhaltenen Jodwasserstoffsäure mit kohlensaurem Kali), von wässeriger unterchloriger Säure (aus unterchlorigsaurem Baryt und Schwefelsäure) u. s. w.

Eigenschaften und Anwendung des Barytweiss.

Wie aus dem Vorstehenden zur Genüge hervorgeht, wird ein grosser Theil des Schwerspathes, welchen die Barytindustrie in Anspruch nimmt, dem Handel in Gestalt von Barytweiss überliefert. In der Regel kommt es in Teigform (*Blanc fixe en pâte*) mit 20—30 pCt. Wasser vor. Das Barytweiss hat seit etwa 6 Jahren als Wasserfarbe bei der Tapeten-, Buntpapier- und Kartenfabrikation ausgedehnte Anwendung gefunden und scheint überhaupt für viele Zwecke ein Ersatzmittel für Bleiweiss und Zinkweiss werden zu wollen. Das blendende Weiss dieser Farbe ist durch kein anderes Material zu ersetzen, es ist indifferent gegen jede Einwirkung der Luft, der Sonne und der Temperatur, wird durch schwefelwasserstoffhaltige Exhalationen nicht gedunkelt und hat in mehreren Schichten dünn mit Leimlösung aufgetragen eine Deckkraft, welche der des reinsten Kremserweiss am nächsten steht. Bei den geringen Herstellungskosten und dem geringen specifischen Gewichte ist der Preis kaum $^1/_3$ gegen den von Bleiweiss. Als Bindemittel wendet man an Leim oder Kleister, oder auch ein Gemenge von Kleister und Wasserglaslösung. Mit Oelfirniss angerieben deckt das Barytweiss wenig, gut dagegen, wenn es mit einem gleichen Gewicht Zinkweiss gemischt ist. Dass das Baryt-

weiss als Oelfarbe nicht geeignet erscheint, mag seinen Grund zum Theil darin haben, dass es in Folge seiner chemischen Beschaffenheit durch das Oel nicht zersetzt wird, während bei der Anwendung von Zinkweiss und Bleiweiss stets ein kleiner Theil mit der Oelsäure des Firnisses zu Zink- oder Bleipflaster zusammentritt, wodurch der Deckkraft Vorschub geleistet wird. Für den Tapeten-Fabrikanten ist das Barytweiss ein schätzbares Material in Folge seiner Eigenschaft, sowohl mit als ohne Glanzpräparat, durch die Bürste einen sonst unerreichbaren Satinglanz anzunehmen, welche der Feuchtigkeit widersteht. Die Zimmermaler und Stuccaturarbeiter verwenden ebenfalls das Barytweiss in grossen Mengen. Auf glatter Gyps- oder Kalkwand mit leichter Leimung einige Mal dünn aufgetragen, hierauf mit einer dichten Bürste oder mit einem Linirballen abgerieben, gibt das Barytweiss eine haltbare Glanzfläche von blendendweisser Farbe.

Als mineralisches Lumpensurrogat in der Papierfabrikation ist das Barytweiss sehr geeignet, insoferne es weisser ist als das Lenzin und sich feiner zertheilen lässt als der Gyps. Der Zusatz von Barytweiss zur Papiermasse ist in mancherlei Hinsicht vortheilhaft, nämlich ordinäre und mittelfeine Papiere gewinnen dadurch an Weisse, der bei dünnem Papiere eintretende Uebelstand des Durchscheinens wird bis zu einem gewissen Grade dadurch aufgehoben, der Festigkeit des Papieres geschieht dadurch kein Abbruch, und endlich wird das Papier durch einen Barytweisszusatz wohlfeiler. — In neuester Zeit wendet man auch den schwefligsauren Baryt in der Papierfabrikation an, welcher erst als Antichlor wirkt und dann, nachdem er in Barytweiss übergegangen, die Masse des Papieres vermehren hilft. — Dass auf nassem Wege erhaltener kieselsaurer Baryt in der Papierfabrikation als Füllstoff ebenfalls wird Anwendung finden können, unterliegt keinem Zweifel. Aus ökonomischen Gründen ist es aber nöthig, dass dieses Barythydrosilicat als Nebenprodukt bei irgend einem chemischen Processe gewonnen werde. Ob harzsaurer Baryt — durch Fällen von Harzseife mit Chlorbarium erhalten — entweder für sich oder in Verbindung mit harzsaurer Thonerde zur vegetabilischen Leimung Verwendung finden kann, ist erst durch Versuche festzustellen.

Das Barytweiss findet ferner zum Appretiren der Baumwolle und Leinenzeuge Benutzung. Anstatt der Knochenerde und des Zinkoxydes kann es zur Darstellung von Milchglas und Email Verwendung finden.

Kohlensaurer Baryt. Der kohlensaure Baryt — am zweckmässigsten in Form von fein gemahlenem Witherit, ist in neuerer Zeit vorgeschlagen worden, um die letzten Säuredämpfe der Soda- und Schwefelsäurefabrikation aufzunehmen, die durch Wasser, den Kokscondensator und übliche Apparate nicht condensirt wurden. In England kam der Witherit vor einiger Zeit bei der Fabrikation vorzüglicher Sorten von Krystall- und Spiegelglas in Gebrauch.

Aetzbaryt. Wird kohlensaurer Baryt mit Kohlentheerpech und Sägespänen in einer thönernen Retorte anhaltend geglüht, so geht derselbe grösstentheils in ätzenden Baryt über. Boussingault hat gezeigt, dass, wenn man über bis zum dunklen Rothglühen erhitztes Barythydrat Luft leitet, das Wasser ausgetrieben und Aetzbaryt und dann Bariumsuperoxyd gebildet wird, welches letzteres durch stärkeres Erhitzen in Sauerstoffgas und Baryt zerfällt. Dieses Verfahren erregte sofort nach seinem Bekanntwerden grosses Aufsehen und zwar in doppelter Hinsicht, einmal glaubte man ein Verfahren gefunden zu haben, den atmosphärischen Sauerstoff auf billige Weise herstellen und für technische Zwecke verwenden zu können, das andere Mal sah der technische Chemiker in dem Bariumsuperoxyd das Mittel zur zweckmässigen Beschaffung des Wasserstoffsuperoxydes, eines Körpers, von dem man allgemein erwartete, dass er über lang oder kurz an die Stelle des Chlorkalkes treten und dadurch die Bleicherei auf die einfachste Operation zurückführen würde. Diese Hoffnungen haben sich jedoch bis jetzt noch nicht verwirklicht.

Technische Anwendung des Aetzbaryts. Von den vielen Anwendungen des Aetzbaryts seien einige der wichtigen erwähnt: Leitet man über erhitzten Aetzbaryt einen Strom von Luft, deren

Sauerstoff man vorher durch eine Säule glühender Kohlen in Kohlenoxydgas verwandelt hat, so tritt der atmosphärische Stickstoff unter dem Einflusse des Baryts mit dem Kohlenstoff zu Cyan zusammen und dieser wieder mit dem Baryt zu Cyanbarium. In technischer Beziehung kann letzteres Anwendung finden

1) zur Darstellung von Cyankalium, indem man die Lösung des Cyanbariums mittelst schwefelsauren Kali's zersetzt;

2) in der Berlinerblaufabrikation, namentlich zur Herstellung der helleren Nüancen, indem man das bei der Zersetzung des Cyanbariums mit Eisenvitriol entstehende Barytweiss zur Verdünnung des Berlinerblau's benutzt;

3) zur Bereitung des Barytblutlaugensalzes (Ferrocyanbarium), das ohne Zweifel in der nächsten Zeit, mindestens theilweise, an die Stelle des Ferrocyankaliums treten dürfte;

4) zur Darstellung der Ferrocyanwasserstoffsäure (erhalten durch Zersetzen der vorigen Verbindung mit Schwefelsäure), die in Folge ihrer Eigenschaft, beim Kochen unter gleichzeitiger Einwirkung der Luft, unter Entwicklung von Blausäure, Berlinerblau zu bilden, zur Erzeugung von *Bleu de France* ausgedehnte Anwendung findet;

5) zur Herstellung von Cementstahl. Seitdem man weiss, dass die Elemente des Cyans wesentliche Bestandtheile des Stahles sind, hat man sich mit Vortheil des Cyanbariums zur Stahlbildung bedient;

5) zur Fabrikation von Ammoniak und Ammoniaksalzen. Leitet man über das durch Glühen von kohlensaurem Baryt mit kohlenhaltigen Substanzen erhaltene Gemenge von Cyanbarium und Aetzbaryt, bis auf 300° erhitzte Wasserdämpfe, so entweicht Ammoniakgas und es bleibt kohlensaurer Baryt (durch Zerlegung des ursprünglich vorhandenen ameisensauren Baryts) zurück.

Zucker-Baryt. Der Aetzbaryt besitzt die wichtige Eigenschaft, mit Rohrzucker in der Siedehitze eine unlösliche Verbindung von Zucker-Baryt ($C_{12}H_{11}O_{11}$, BaO) zu bilden. Die bisher gebräuchlichen Methoden der Gewinnung von Rohrzucker aus den Rüben beruhen sämmtlich auf einer Ueberführung der fremden Stoffe in eine unlösliche Form oder Verbindung, mithin auf einer Abscheidung dieser Stoffe von dem Zucker. Das Umgekehrte, nämlich die Trennung des Zuckers von den fremden Stoffen durch Ausfällen der ersteren aus dem Safte oder aus der Melasse ist durch die Anwendung des Baryts ermöglicht. Der als Niederschlag sich ausscheidende Zucker-Baryt wird von der Flüssigkeit, in welcher alle übrigen Substanzen gelöst bleiben, getrennt, dann in reinem Wasser suspendirt und durch Kohlensäure zersetzt. Man erhält eine Zuckerlösung, welche wie gewöhnlich verkocht, und andererseits kohlensauren Baryt, welcher wieder auf Aetzbaryt verarbeitet wird. Die Gewinnung des Zuckers mittelst Baryt hat allerdings im Grossen Schwierigkeiten mancherlei Art im Gefolge, so dass die praktische Anwendung, welche eine Zeit lang davon gemacht wurde, schon wieder aufgehört hat. Es ist aber in dieser Sache das letzte Wort sicherlich noch nicht gesprochen!

Barytsalpeter. Der salpetersaure Baryt (Barytsalpeter) lässt sich entweder durch Zersetzen von Chlorbarium mit Chilisalpeter oder auch nach der gewöhnlichen Methode der Salpeterbildung aus Witherit und faulenden Thiersubstanzen darstellen. Ich habe vor einigen Jahren vorgeschlagen, in gewissen Fällen den theuern Kalisalpeter durch den billigen Barytsalpeter zu ersetzen, so zur Bereitung der Salpetersäure mit oder ohne Destillation, zur Reinigung der Glasmasse, zur Bereitung der Zündholzmasse, in der Feuerwerkerei und zur Bereitung des Schiesspulvers; (in letzterer Hinsicht sind jedoch ungeachtet zahlloser Versuche und langjähriger Bemühungen noch grosse Schwierigkeiten zu besiegen). Die Luftbeständigkeit und der Umstand, dass der Barytsalpeter kein Krystallwasser hat, sind für seine künftige Benutzung wichtige Momente. Dass Bolley neuerdings vorgeschlagen hat, mittelst Barytsalpeter aus Chilisalpeter gewöhnlichen Salpeter darzustellen, ist oben bereits erwähnt worden. Da der Barytsalpeter nach dem Glühen — unter Entwicklung eines Gases, dass 66,7 Volumenprocente Sauerstoff enthält — Aetzbaryt hinterlässt, so verdient er auch in dieser Hinsicht Beachtung.

Andere Barytpräparate. Das Barytchlorat liefert ein grünes Feuer von grosser Schönheit und wird dasselbe vielfach in der Kunstfeuerwerkerei benutzt. Der basisch chromsaure Baryt findet unter dem Namen gelbes Ultramarin, Barytgelb, Permanent-

gelb oder Steinbühler Gelb als gelbes Farbmaterial eine, wenn auch beschränkte Anwendung. Dass der schwefligsaure Baryt eben so gut wie der schwefligsaure Kalk Handelsartikel sein sollte, ist klar; ausser als Antichlor, zur Bereitung von Jodkalium und ähnlichen Jodmetallen u. s. w., würde das Barytsulfit in vielen Fällen in der Industrie Anwendung finden können, wo man gegenwärtig sich der flüssigen schwefligen Säure bedient. Der unterchlorigsaure Baryt dürfte in Lösung vielfache Anwendung finden können; mit Zinkvitriol zerlegt, fällt ein Gemenge von Barytweiss und Zinkoxydhydrat nieder und in der Lösung bleibt unterchlorige Säure. Das Chlorbarium dient unter anderem in der Wollfärberei zur Erzeugung von Sächsischblau, in diesem Falle *indigblauschwefelsauren Baryt*, welcher sich durch grosse Beständigkeit gegen Seifenwasser auszeichnet.

Die Alaunfabrikation.

Alaun. Allgemeines. Der Alaun ist ein Doppelsalz, aus schwefelsaurer Thonerde, schwefelsaurem Alkali (Kali, Ammoniak oder Natron) und Krystallwasser bestehend. Je nach der Natur des in dem Alaun enthaltenen Alkalis unterscheidet man Kalialaun, Ammoniakalaun und Natronalaun.

Vorkommen des Alauns in der Natur. Der Alaun, besonders der Kalialaun, findet sich als Ausblühung oder Auswitterung nicht selten auf dem Alaunschiefer, seltener in ausgebildeten Krystallen, als vielmehr als Federalaun (Federsalz, Haarsalz, Keramohalit). Er findet sich vorzugsweise in vulkanischen Gegenden, zumal in den Solfataren, in kieshaltigen Thonlagern, auf Stein- und Braunkohlenlagerstätten vor. In der Nähe der Vulkane entsteht der Alaun, indem die sich bildende schweflige Säure bei Gegenwart von Feuchtigkeit in Schwefelsäure übergeht, welche auf die in den Laven enthaltene Thonerde und Kali einwirkt.

Der natürliche Alaun hat indessen mehr mineralogisches als technisches Interesse, indem aller Alaun, der sich gegenwärtig im Handel findet, künstlich dargestellter ist.

Man fabricirt den Alaun entweder:

1) mit Hülfe der Alaunerze,
oder 2) mittelst Thon und Schwefelsäure,
oder 3) aus Kryolith;

letztere Methode, nach welcher der Kryolith ($Al_2 Fl_3$, $3 Na Fl$) mittelst Aetzkalk oder Schwefelsäure zersetzt wird, findet jedoch mehr zur Darstellung von schwefelsaurer Thonerde Anwendung.

Die Alaunerze lassen sich in zwei Hauptabtheilungen bringen und zwar:

I. In solche, in denen die zur Bildung des Alauns erforderlichen Bestandtheile in solcher Menge vorhanden sind, dass eine Ausscheidung desselben ohne Zusatz von Alkalien lohnt.

II. In solche, in denen nur die Elemente zur Bildung der schwefelsauren Thonerde vorhanden sind, die Alkalien aber ganz oder doch zum grössten Theile zugesetzt werden müssen.

Zu der erstgenannten Abtheilung gehören der Alaunstein und einige Arten Alaunschiefer. Zu der zweiten Abtheilung muss man den grössern Theil der Alaunschiefer und die Alaunerze aus der Braunkohlenformation oder die sogenannte Alaunerde rechnen.

Alaunstein. Der Alaunstein kommt nur in vulkanischen Gegenden vor und ist das Produkt der Einwirkung von schwefligsauren Dämpfen auf trachytische oder andere Gebirgsarten, die reich an Feldspath sind. Der am längsten bekannte Fundort des Alaunsteins ist Tolfa bei Civita-Vecchia im Kirchenstaate. Der krystallisirte Alaunstein besteht aus schwefelsaurer Kali-Thonerde und Thonerdehydrat (nach Alex. Mitscherlich: $KO, SO_3 + Al_2 O_3, 3 SO_3 + 2 [Al_2 O_3, 3 HO]$).

Der Alaunstein verliert schon bei angehender Rothglühhitze sein Wasser und geht in eine Verbindung über, aus welcher das Wasser Alaun auszieht, während auf ungebrannten Alaunstein das Wasser nicht einwirkt. Ist der Alaunstein zu stark erhitzt worden, so äussert das Wasser keine Wirkung mehr darauf, indem in starker Rothglühhitze sich die schwefelsaure Thonerde in Thonerde, schweflige Säure und Sauerstoff zersetzt, auch das schwefelsaure Kali sich zerlegt, dessen Kali mit der Kieselerde und Thonerde zusammentritt. Aus diesem Verhalten des Alaunsteines in der Hitze ergiebt sich dessen Behandlung, um daraus Alaun zu gewinnen. Es wird zu Tolfa das Mineral in Stücke zerschlagen und dann entweder in Haufen oder in Oefen, welche entweder unsern Kalköfen ähnlich oder Flammenöfen sind, geröstet, worauf der geröstete Stein in grossen länglich gemauerten Bühnen, die mit gemauerten Gräben umgeben sind, in mässig hohen Haufen ausgeschüttet und mit Wasser begossen wird. Der geröstete Alaunstein zerfällt dadurch zu einem blassröthlichen Brei, welcher nun mit heissem Wasser ausgelaugt wird, worauf die klare Lauge, ohne weitern Zusatz, zum Krystallisationspunkte versotten wird. Der römische Alaun hat die Eigenthümlichkeit, beim Erkalten der Lösung erst in Octaëdern und dann in Würfeln zu krystallisiren; man nennt ihn deshalb auch kubischen Alaun. Wenn man letzteren in Wasser löst und die Lösung bei 100° erhitzt, so setzt sich basisch-schwefelsaures Thonerde-Kali (Alun aluminé) ab und die darüber stehende Flüssigkeit giebt beim Abdampfen octaëdrischen Alaun. Lässt man aber die Flüssigkeit über dem Niederschlage stehen, so löst sich der letztere beim Erkalten wieder auf und die Lösung giebt beim Krystallisiren wieder kubischen Alaun. Erinnert man sich des Umstandes, dass bei der Fabrikation des römischen Alauns der Alaun beim Ausziehen des gerösteten Alaunfels mit überschüssiger Thonerde zusammenkommt, so ist es einleuchtend, dass man gewöhnlichen Alaun in kubischen umwandeln kann, wenn man die Lösung des ersteren mit Thonerdehydrat digerirt und die Lösung nur auf 40° erwärmt.

Die fleischrothe Farbe des römischen, ebenso des neapolitanischen Alauns rührt von etwas mechanisch eingeschlossenem Eisenoxyd her, welches beim Lösen der Krystalle in Wasser ungelöst zurückbleibt.

Alaunschiefer. Der Alaunschiefer ist ein von Schwefelkies durchdrungener, durch Kohle stark gefärbter Thonschiefer oder Schieferthon, welcher sich häufig in der unmittelbaren Nähe von Steinkohlenflötzen findet. Er kommt vor in Oberbaiern, im preussischen Regierungsbezirke Düsseldorf und Trier, in Sachsen, Böhmen, am Harze, in Belgien bei Lüttich u. s. w.

Nur an wenigen Orten, wo der Alaunschiefer Feldspath enthält, findet sich in dem Schiefer so viel Alkali, dass ein fernerer Zusatz von Alkalien zu der gesättigten Lauge behufs der Darstellung nicht mehr nöthig ist.

Alaunerde. Die Alaunerde ist eine mit vielen erdigen Theilen und Schwefelkies gemengte Braunkohle oder auch ein mit Bitumen und Schwefelkies gemengter Thon. Gewöhnlich ist sie erdig, im Grossen zuweilen schieferig. Sie findet sich in der norddeutschen Ebene in der Nähe der Oder bei Freienwalde, Gleissen, Schermeissel und in der Oberlausitz bei Muskau; sie kommt ferner vor zu Kreuzkirch bei Neuwied und auf der Rhön. Der Schwefel ist in der Alaunerde theils im freien Zustande (durch Schwefelkohlenstoff ausziehbar), theils als Schwefelkies enthalten. Das Eisen befindet sich darin theils als Schwefelkies, theils als huminsaures Eisenoxydul.

Darstellung des Alauns aus der Alaunerde und aus dem Alaunschiefer. Die Darstellung des Alauns aus der Alaunerde zerfällt in sechs verschiedene Operationen und zwar in:

1) die Röstung der Alaunerde,
2) das Auslaugen der gerösteten Erde,
3) das Concentriren der Lösung,
4) die Präcipitation des Alaunmehls,
5) das Waschen desselben,
6) das Umkrystallisiren des Alauns.

Die Röstung der Alaunerde ist die bei Weitem wichtigste aller Operationen, da ein grosser Theil der Alaunwerke nur durch möglichst billige Erzeugung der schwefelsauren Thonerde bei den theuren alkalischen Zuschlagsmitteln seine Existenz behaupten kann. Ob zur Erzielung des Maximum an schwefelsaurer Thonerde die Erze einem wirklichen Röstprocesse unterworfen werden müssen, oder ob ein blosses Verwitternlassen derselben ausreicht, darüber muss die Beschaffenheit der einzelnen Erze und die Erfahrung entscheiden.

Der Vorgang, welcher bei dem Verwitterungs- und Röstprocesse stattfindet, ist folgender: Bei dem Verwitterungsprocess wird das Eisenbisulfuret, das sich in der Alaunerde in Gestalt von Vitriolkies oder Wasserkies befindet, durch Aufnahme von 7 Aequival. Sauerstoff in Eisenvitriol und Schwefelsäure verwandelt, welche letztere, indem sie auf den Thon einwirkt, eine äquivalente Menge schwefelsaurer Thonerde bildet. Durch das Rösten geht das Eisenbisulfuret in Monosulfuret und Schwefel über, welcher letztere ebenso wie der in der Alaunerde enthaltene freie Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt, die zersetzend auf den Thon einwirkt und schwefligsaure und schwefelsaure Thonerde bildet. Erstere geht in Folge des Liegenlassens des gerösteten Haufens an der Luft nach und nach in schwefelsaure Thonerde über. Das Eisenmonosulfuret geht durch den Röstprocess in Eisenvitriol und letzterer in unlösliches basisch schwefelsaures Eisenoxyd über, wobei die Schwefelsäure frei wird, die einen neuen Antheil Thon zersetzt. Werden die Erze sogleich nach der Röstung verarbeitet, so geben sie etwa um $^1/_6$ weniger schwefelsaure Thonerde, als solche, die nach der Röstung etwa noch ein Jahr der Luft ausgesetzt werden.

Auslaugen. Das Auslaugen der gerösteten Alaunerze geschieht in den Auslaugekästen (dem Waschwerk), in welche das Erz gekarrt wird. Diese Kästen stehen in fünf Reihen neben einander: die erste Reihe ist um eine Kastenhöhe höher als die zweite und diese gleichfalls um eine höher als die dritte. Die Kästen haben eine Länge von etwa 20 Fuss, eine Breite von 15 und eine Höhe von 4 Fuss und stehen auf einem Boden von festgestampftem Thon. Sie werden zu $^3/_4$ mit Erz und darauf mit Wasser angefüllt. Entfernt man einen unten am Kasten befindlichen Zapfen, so fliesst die Lauge vermittelst einer Rinne in einen zweiten Auslaugekasten, von da in einen dritten und so fort. Hat die Lauge noch nicht ein specifisches Gewicht von 1,16 erreicht, so wird sie auf frisches Erz geschüttet. Das ausgelaugte Erz, welches sich vorher nicht entzündet hatte, wird wieder auf Haufen geschüttet, der Verwitterung nochmals unterworfen und später noch einmal ausgelaugt. Man leitet die Lauge in Kästen, in welchen sie so lange stehen bleibt, bis die gröberen Unreinigkeiten sich abgesetzt haben, worauf aus diesen die geklärte Lauge durch einen gemauerten Kanal in einen vor dem Siedehaus befindlichen bedeckten Behälter oder auch in das Siedehaus selbst geführt wird.

Abdampfen der Lauge. Das Concentriren der rohen Lauge durch Abdampfen geschieht in bleiernen Pfannen, welche man zuweilen durch gusseiserne ersetzt. Da diese aber leicht springen, ferner durch die saure Flüssigkeit leicht angegriffen werden, bleierne Pfannen dagegen leicht durchschmelzen, so hat man gegenwärtig auf den meisten Alaunwerken die zweckmässige Einrichtung getroffen, dass die Lauge in gemauerten Räumen, welche den Herd eines Flammenofens bilden, sich befindet und die Flamme und heisse Luft über die Oberfläche hinstreichen. Da hierbei die Rohlauge durch Russ- und Flugasche verunreinigt wird, so verdient die von Bleibtreu auf den rheinischen Alaunwerken eingeführte Gasheizung alle Beachtung.

Die Behandlung der rohen Lauge während des Concentrirens ist von ihrer Be-

schaffenheit und der Quantität des darin enthaltenen Eisenvitriols abhängig. Da gewöhnlich der Eisenvitriol in grosser Menge in der rohen Lauge enthalten ist, so sind in Deutschland viele Alaunwerke zugleich Vitriolwerke. Ist die Menge des Eisenvitriols in der rohen Lauge zu gering, als dass sich eine Verarbeitung derselben auf Vitriol verlohnte, so nimmt man keine Rücksicht darauf, sondern dampft die Rohlauge ab, bis sie ein spec. Gewicht von 1,40 zeigt. Während des Siedens der Lauge scheidet sich basisch schwefelsaures Eisenoxyd aus und die Lauge nimmt eine rothgelbe Farbe und schlammige Beschaffenheit an, weshalb sie, ehe man „zum Alaunmachen“ schreitet, geklärt werden muss. Das Klären geschieht in den Sedimentir- oder Schlammkästen, grossen, aus hölzernen Bohlen zusammengefügten Kästen, deren Fugen wasserdicht verkittet sind. Nachdem darin der Vitriolschmand sich abgeschieden und die Lauge sich geklärt hat, so wird sie in die Präcipitirkästen (Rüttel- oder Schüttelkästen) geleitet um dort gefällt zu werden.

Mehlmachen. Die Präcipitation der Lauge oder das Mehlmachen geschieht durch Zusatz eines Kalisalzes, wenn man Kalialaun, eines Ammoniaksalzes, wenn man Ammoniakalaun darstellen will. Die Lösung des Alkalisalzes wird der Fluss oder das Präcipitirmittel genannt. Indem die schwefelsaure Thonerde der Lauge mit dem Alkalisalze zusammentritt, bildet sich Alaun, welcher in dem Flüssigkeitsquantum, das in der Lauge und dem Fluss enthalten ist, in der Kälte sich nicht löst und daher zum grössten Theile sich abscheidet. Die Bildung grösserer Krystalle, welche Mutterlauge einschliessen und dadurch verunreinigt würden, sucht man durch Umrühren der Lauge zu verhindern. Der Alaun scheidet sich in Gestalt eines feinen krystallinischen Pulvers als Alaunmehl aus, welches von der anhängenden Mutterlauge durch Waschen befreit werden kann.

Früher wendete man als Fällungsmittel Holzaschenlauge, gefaulten Harn u. s. w. an, jetzt benutzt man entweder Chlorkalium (als Glasgalle der Glasfabriken), oder das als Rückstand von der Bereitung der Salpetersäure bleibende zweifach schwefelsaure Kali, welches vorher mit Potasche und zwar mit einer an schwefelsaurem Kali reichen neutralisirt wird. Chlorkalium ist nur dann mit Vortheil anwendbar, wenn die Lauge grössere Mengen von Eisenvitriol enthält, welcher sich damit zu schwefelsaurem Kali und Eisenchlorür umsetzt. Potasche ist nur dann möglich, wenn die Lauge die zur Neutralisation erforderliche Menge freier Schwefelsäure enthält, ausserdem würde sich ein Theil der schwefelsauren Thonerde als unlöslicher Alaun abscheiden. Als Ammoniaksalz wendet man fast nur das schwefelsaure Salz an.

Die über dem Alaunmehl stehende Mutterlauge ist schwach grünlich gefärbt und enthält nur noch wenig Alaun, dagegen Chloreisen (Eisenchlorür und -chlorid), schwefelsaures Eisenoxydul und Eisenoxyd, schwefelsaure Magnesia oder Chlormagnesium, je nachdem man zum Fällen des Alaunmehls sich der schwefelsauren Salze oder der Chlormetalle bedient hatte. Man verarbeitet sie auf unreinen Alaun, Eisenvitriol oder benutzt sie zur Darstellung von schwefelsaurem Ammoniak.

Waschen und Umkrystallisiren. Das so gewonnene Alaunmehl wird gewaschen, um es von anhängender Mutterlauge zu befreien. Zu diesem Zwecke benutzt man eine Waschbank, eine aus etwa vier Fuss breiten Bohlen gefertigte geneigte Ebene, die sich unter einem Winkel von etwa 15° gegen den Horizont neigt. Unter der Waschbank befindet sich ein Sumpf, zur Aufnahme des abfliessenden Waschwassers bestimmt. Hier wird nun das den Präcipitirkästen entnommene Alaunmehl mit kaltem Wasser gewaschen. Das in den Sumpf ablaufende Wasser wird mit neuer Alaunlauge versotten.

Das gewaschene Alaunmehl wird durch Umkrystallisiren in die Form von grösseren Krystallen gebracht, wodurch der Alaun grössere Reinheit erhält als in der

Gestalt von Alaunmehl. In den deutschen Alaunwerken löst man zu diesem Zwecke das Alaunmehl in 40 pCt. seines Gewichtes siedendem Wasser in hölzernen, mit Blei ausgefütterten Bottichen (Wachspfannen) und leitet die heisse Lösung in die Krystallisir- oder Wachsfässer. Die Krystallisation des Alauns in denselben erfolgt sehr bald und ist je nach der Temperatur der Luft in 8—10 Tagen beendigt. Nach vollendeter Krystallisation findet sich nur in der Mitte des Fasses noch eine geringe Quantität flüssiger Lauge, während der ganze übrige Raum mit Alaunkrystallen angefüllt ist. Das Fass wird umgestürzt, um die Lauge abfliessen zu lassen. Um beim Transport des Alauns die Holzfracht zu sparen, welche durch Verpacken des Alauns in Fässer nothwendig veranlasst würde, zerschlägt man die fest zusammenhängende Krystallmasse nicht, sondern verschickt sie in der ursprünglichen Tonnenform. Man nennt die Krystallisation des Alauns das Wachsmachen und die reinen Krystalle die Wachskrystalle.

Darstellung des Alauns aus Thon und Schwefelsäure.

In neuerer Zeit hat man angefangen, Alaun aus eisenfreiem Thone und Schwefelsäure darzustellen.

Man nimmt zur Bereitung der schwefelsauren Thonerde Thon, der möglichst frei sein muss von Kalk und kohlensaurem Eisenoxydul, und glüht ihn bei Zutritt der Luft, theils um das Eisen darin in Eisenoxyd überzuführen und daraus das Wasser zu entfernen, theils aber auch, um die Thonerde löslicher in Säuren zu machen. Durch die Entfernung des Wassers wird nämlich der Thon porös und erlangt die Eigenschaft, die Schwefelsäure durch Capillarität aufzunehmen.

Man trägt den schwach geglühten und pulverisirten Thon in Schwefelsäure von 50 pCt. ein, die vorher in einer Bleipfanne bis nahe zum Sieden erhitzt worden ist. Die Masse schäumt auf und verdickt sich. Man lässt sie in eisernen Kästen erstarren. Sodann zieht man sie mit Wasser oder besser mit Lauge, die man beim Waschen des Alauns erhält, aus, lässt die Flüssigkeit absetzen und kocht sie nach dem Klären mit der nöthigen Menge zweifach schwefelsauren Kalis. Man überlässt die Mischung in bleiernen Pfannen der ruhigen Krystallisation. Der so gewonnene Rohalaun wird mit Wasser gewaschen, sodann in Wasser gelöst und die Lösung während des Erkaltens in einer flachen Bleipfanne gerührt, wodurch man Alaunmehl erhält, das mit Wasser abgespült und dadurch von aller Mutterlauge befreit wird. Man verwendet dieses Alaunmehl, ohne es in Krystalle zu verwandeln.

Darstellung des Alauns aus Kryolith und Schwefelsäure.

Seit einigen Jahren stellt man Alaun aus dem grönländischen Mineral Kryolith ($Al_2 Fl_3$, 3 Na Fl) dar, indem man das Mineral mit Schwefelsäure erhitzt und die zurückbleibende poröse Masse, aus wasserfreier schwefelsaurer Thonerde und zweifach schwefelsaurem Natron bestehend, mit einer kleinen Menge kalten Wassers auszieht, wobei letzteres sich löst. Die zurückgebliebene schwefelsaure Thonerde wird durch Kochen mit Wasser gelöst und durch schwefelsaures Kali oder Ammoniak in Alaun übergeführt.

Vortheilhafter ist es, den Kryolith durch Schmelzen mit Kalk in unlösliches Fluorcalcium und in lösliches Natron-Aluminat überzuführen und letzteres durch Kohlensäuregas zu zerlegen, wobei kohlensaures Natron und Thonerdehydrat erhalten wird, das man durch Lösen in Schwefelsäure in schwefelsaure Thonerde und diese dann in Alaun umwandelt.

Versuche, die Thonerde des Thons vor dem Behandeln mit Schwefelsäure in Kali-Aluminat überzuführen und dieses durch Schwefelsäure sofort in Alaun zu verwandeln, stehen noch vereinzelt da, obgleich gewiss eine Alaundarstellung nach diesem Principe vortheilhaft wäre.

Eigenschaften des Alauns.

Der Kalialaun (KO, SO_3 + $Al_2 O_3$, 3 SO_3 + 24 HO) besteht in 100 Theilen aus:

Kali	9,95
Thonerde	10,83
Schwefelsäure	33,71
Wasser	45,51
	100,00

krystallisirt leicht und deutlich in regulären Octaëdern, verliert bei 60° C. 18 Aequivalente Wasser, schmilzt bei 92° in seinem Krystallwasser zu einer farblosen Flüssigkeit und bleibt nach dem Erkalten noch längere Zeit flüssig, bevor er zu einer Krystallmasse erstarrt. Nicht ganz bis zum Glühen erhitzt, verliert er unter starkem Aufblähen sein Wasser und geht in gebrannten Alaun (Alumen ustum) über, der als weisse, poröse, zerreibliche Masse erscheint.

Durch Glühen mit Kohle bildet der Kalialaun eine pyrophorische Masse.

100 Th. Wasser von	0° lösen	3,9 Th.	Kalialaun
" " " "	20° "	15,13 "	"
" " " "	40° "	30,92 "	"
" " " "	100° "	357,48 "	"

Die Lösung schmeckt süsslich zusammenziehend und reagirt sauer; in Folge dieser sauren Reaction entwickelt Alaun mit Kochsalz erhitzt Salzsäure und zerstört concentrirte Alaunlösung die blaue Farbe des Ultramarins.

Ammoniakalaun. Der Ammoniakalaun ($NH_4O, SO_3 + Al_2O_3, 3 SO_3 + 24 HO$) besteht in 100 Theilen aus:

Ammoniak	3,89
Thonerde	11,90
Schwefelsäure	36,10
Wasser	48,11
	100,00

Man fabricirt ihn häufiger in England als in Deutschland. Wegen des hohen Preises des Kalis und der überhandnehmenden billigen Darstellung von Ammoniaksalzen in Folge der Steinkohlengasbereitung ist es wahrscheinlich, dass der Ammoniakalaun mit der Zeit den Kalialaun verdrängen wird. Beim starken Erhitzen des Ammoniakalauns entweicht schwefelsaures Ammoniak, Wasser und Schwefelsäure, während reine Thonerde zurückbleibt.

100 Th. Wasser von	0° lösen	5,22 Th.	Ammoniakalaun
" " " "	20° "	13,66 "	"
" " " "	40° "	27,27 "	"
" " " "	100° "	421,90 "	"

Natronalaun. Der Natronalaun ($NaO, SO_3 + Al_2O_3, 3 SO_3 + 24 HO$) besteht in 100 Theilen aus:

Natron	6,8
Thonerde	11,2
Schwefelsäure	34,9
Wasser	47,1
	100,0

Seine Darstellung mit schwefelsaurer Thonerde und Glaubersalz ist eben so leicht wie die Bereitung des Kalialauns und er würde jedenfalls wegen des niedrigen Preises des schwefelsauren Natrons vortheilhaft anzuwenden sein, wenn nicht seine grosse Löslichkeit in Wasser die Ausscheidung aus seiner Mutterlauge verhinderte. Zu beachten hat man, dass der Natronalaun seine Fähigkeit zu krystallisiren verliert, wenn seine Lösung gekocht wird. Da sich das Eisen aus ihm nicht durch Umkrystallisiren entfernen lässt, so muss man zu seiner Darstellung eisenfreie schwefelsaure Thonerde und eisenfreies Glaubersalz anwenden, die Lösungen beider kalt vermischen und die Flüssigkeit bei 60° langsam verdampfen.

Der neutrale oder kubische Alaun (Würfelalaun) ($KO, SO_3 + Al_2O_3, 2 SO_3$) wird erhalten, indem man dem Alaun Thonerde durch Zusatz von kohlensaurem Kali oder

Natron entzieht, bis Thonerde sich auszuscheiden beginnt, oder Alaunlösung mit Thonerdehydrat digerirt. Man stellt ihn ferner durch Kochen von 12 Th. Alaun und 1 Th. gelöschtem Kalk in Wasser dar. Die Flüssigkeit liefert beim Erkalten Würfel, welche zu gewissen Anwendungen in der Färberei und Zeugdruckerei vor dem gewöhnlichen Alaun den Vorzug verdienen, weil sie durch keine saure Reaction die Nüancen der Farben zu verändern im Stande sind. Ammoniakalaun giebt, auf ähnliche Weise behandelt, ebenfalls einen neutralen Ammoniakalaun.

Kubischer Alaun von Schwemsal war nach der Analyse von Bleeser (a) und Schmidt (b) zusammengesetzt aus:

	(a)	(b)
Schwefelsäure	34,52	33,95
Thonerde	11,86	11,48
Kali	9,44	9,04
Wasser	45,27	45,61
	101,09	100,08

Der unlösliche Alaun, basischer Alaun ($KO, SO_3 + Al_2O_3, SO_3$), durch Kochen einer Alaunlösung mit Thonerdehydrat erhalten, ist ein in Wasser unlösliches, weisses Pulver und nähert sich in seiner Zusammensetzung der des reinen Alaunsteines. Er löst sich in Essigsäure.

Schwefelsaure Thonerde.

Seit etwa fünfzehn Jahren findet sich unter dem Namen concentrirter Alaun freie schwefelsaure Thonerde in dem Handel und erscheint in platten, viereckigen, zolldicken Tafeln, ist von weisser Farbe und schwach durchscheinend und lässt sich mit einem Messer wie Käse schneiden. Er löst sich leicht in Wasser, schmeckt süsslich herb, jedoch viel intensiver als gemeiner Alaun. Nach dem Patente von Wiesmann stellt man den concentrirten Alaun auf folgende Weise dar: Man calcinirt eisenfreien Thon bei Rothglühhitze, mahlt ihn dann zu Pulver und versetzt dasselbe in bleiernen Pfannen mit so viel concentrirter Schwefelsäure von 66° B., dass es dadurch fast ganz, jedoch nicht vollständig aufgelöst werden kann und erhitzt zu diesem Zwecke die Pfanne durch Dampf. Die Masse wird unter beständigem Umrühren zur Trockne verdampft und die trockne Masse mit siedendem Wasser ausgezogen. Man lässt die Flüssigkeit sich absetzen und fällt dann aus ihr mit einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz das Eisen; die von dem Berlinerblauniederschlage klar abgezogene Flüssigkeit ist nun eine Lösung von reiner Thonerde; sie wird so weit abgedampft, dass sie beim Erkalten zu einer festen Masse erstarrt. Die Resultate der Analysen entsprechen ziemlich genau der Formel $Al_2O_3, 3 SO_3 + 16 HO$. In neuerer Zeit stellt man in Harburg, in Berlin (bei Dr. Kunheim) und in Kopenhagen grosse Mengen chemisch reiner schwefelsaurer Thonerde aus dem Kryolith (siehe Seite 302) dar.

Nicht immer ist jedoch die schwefelsaure Thonerde rein, so fand z. B. Wildenstein in einem concentrirten Alaun, der als eine weisse, aus kleinen undeutlichen Krystallen bestehende Masse erschien, mehr als 11 pCt. Eisenvitriol.

Der allgemeinen Verbreitung des Präparates stehen Hindernisse verschiedener Art entgegen. Früher glaubte man, dass der concentrirte Alaun bezüglich der Herstellung von essigsaurer Thonerdebeize wesentliche Vortheile habe, indem man, da er kein schwefelsaures Kali enthält, bei seiner Zersetzung durch essigsaures Bleioxyd 1/4 des früher verbrauchten Bleizuckers erspart. Es hat sich aber herausgestellt, dass die schwefelsaure Thonerde den Alaun zur Herstellung der essigsauren Thonerde nicht vollständig zu ersetzen vermag, das Vorhandensein einer beträchtlichen Menge essigsauren Kalis oder essigsauren Ammoniaks ist keineswegs überflüssig für den Färber und Zeugdrucker; ferner ist es weit schwieriger und kostspieliger, den concentrirten Alaun eisenfrei darzustellen, als den gewöhnlichen Alaun; endlich ist es ein grosser Uebelstand, dass jenes Präparat sehr verschieden in seinem Wasser- und selbst in seinem Säuregehalt sein kann.

Anwendung des Alauns und der schwefelsauren Thonerde.

Der Alaun findet in Folge der grossen Verwandtschaft der in ihm enthaltenen Thonerde zu den Gespinnstfasern, namentlich Wolle und Baumwolle einestheils, anderntheils zu den Farbstoffen, Anwendung in der Färberei

und Zeugdruckerei, insofern die Thonerde die Verbindung des Farbstoffes mit der Faser vermittelt. Auf der Eigenthümlichkeit des Thonerdehydrates, mit den Farbstoffen Verbindungen einzugehen, beruht die Anwendung des Alauns zur Darstellung der Lackfarben. Der Alaun dient ferner als Läuterungsmittel beim Ausschmelzen des Talges, zum Härten des Gypses, zum Unlöslichmachen des Leimes in der Handpapierfabrikation und zur Herstellung des vegetabilischen Leimes (pininsaure Thonerde) in der Maschinenpapierfabrikation, zur Darstellung der essigsauren Thonerde. In der Weiss- oder Alaungerberei macht eine Lösung von Alaun und Kochsalz (die nun Chloraluminium enthält), die geschwellten Häute weissgar. Oelsäure und palmitinsaure Thonerde (Thonerdeseife) dienen zum Garmachen des Leders nach Knapp's Verfahren. Der Alaun dient ferner als Klärungsmittel vieler Flüssigkeiten, z. B. schlammigen Trinkwassers; im letzteren Falle werden, indem der Alaun aus dem Schlamm Thonerde aufnimmt und in unlöslichen Alaun übergeht, die in dem Wasser suspendirten Unreinigkeiten von dem niederfallenden Alaun eingehüllt und die Flüssigkeit wird dadurch geklärt. Eine siedend gesättigte Lösung von Alaun, Kochsalz und Salpeter wird zum Färben des Goldes benutzt.

Essigsaure Thonerde. Die essigsaure Thonerde wird durch Zersetzung von schwefelsaurer Thonerde mit essigsaurem Bleioxyd, Baryt oder Kalk erhalten; die von dem schwefelsauren Bleioxyd abfiltrirte Flüssigkeit wird zur Trockne verdunstet; die zurückbleibende Masse ist gummiartig und nicht krystallisirbar, zerfliesslich und sehr zusammenziehend. Lässt man sie an der Luft verdunsten, so geht die essigsaure Thonerde unter Verlust von Essigsäure in eine in Wasser vollkommen unlösliche Verbindung (basisch essigsaure Thonerde) über. Im reinen Zustande findet diese Verbindung weit seltener Anwendung als mit Alaun, essig- und schwefelsaurem Kali oder Ammoniak vermischt, in welchem Zustande sie die Rothbeize (*mordant rouge*) bildet. Soll neutrale essigsaure Thonerde mit Hülfe von Alaun dargestellt werden, so wendet man auf 100 Th. Bleizucker 62,6 Th. Alaun an, wenn die Zersetzung gegenseitig eine vollständige sein soll. Meist nimmt man aber den Alaun im Ueberschuss. Vortheilhafter ist es, Alaunlösung vorher durch kohlensaures Natron in unlöslichen Alaun zu verwandeln und diesen dann in Essigsäure zu lösen.

Die essigsaure Thonerde kommt nicht in den Handel, sondern wird von den Consumenten selbst bereitet; sie zeigt fast nie eine constante Zusammensetzung, was davon herrührt, dass man zum Zersetzen des Alauns bald Bleizucker, bald essigsauren Kalk, bald essigsaures Natron verwendet und zwar diese Zersetzungsmittel in sehr verschiedenen Mengen. Man setzt zuweilen der Rothbeize Mittel zu, die deren schnelles Trocknen auf den Stoffen verhindern sollen, z. B. Chlorzink, Kochsalz und Salmiak. Arsenige Säure, die man früher oft zusetzte, wird zu diesem Zwecke nicht mehr verwendet. Man verwendet die essigsaure Thonerde als Beize in der Baumwollfärberei und Zeugdruckerei, sowie zum Wasserdichtmachen von Wollgeweben.

Eisenvitriol und Eisenmennige.

Eisenvitriol. Der Eisenvitriol (grüner Vitriol, Kupferwasser) oder das schwefelsaure Eisenoxydul (FeO, SO_3) kommt mit sieben Aequivalenten Wasser verbunden in grünlich blauen Krystallen im Handel vor, die einen zusammenziehenden, tintenartigen Geschmack besitzen, an der Luft leicht verwittern und sich dabei mit einem gelben Pulver — basisch schwefelsaurem Eisenoxyd — überziehen, zu welchem zuletzt die Krystalle gänzlich zerfallen. 100 Th. krystallisirter Eisenvitriol (im chemisch reinen Zustande) bestehen aus:

26,10 Th. Eisenoxydul,
29,90 „ Schwefelsäure,
44,00 „ Wasser.

Darstellung des Eisenvitriols neben der Alaunfabrikation.

Da die Substanzen, welche zur Alaunfabrikation angewendet werden, stets Schwefelkies (FeS_2) enthalten, welcher durch Verwittern und Rösten in schwefelsaures Eisenoxydul und Eisenoxyd übergeht, so erhält man den Eisenvitriol sehr häufig als Nebenprodukt bei der Alaunfabrikation, indem man die eisenhaltigen Mutterlaugen abdampft und krystallisiren lässt. In einigen Gegenden, wie zu Goslar am Harz, gewinnt man zuerst durch Abdampfen der Flüssigkeit, die man durch Auslaugen der verwitterten Kiese erhalten hat, Eisenvitriol. und setzt zu der zurückgebliebenen Lösung eine Kali- oder Ammoniakverbindung, um daraus Alaun zu gewinnen. — Aus Stein- und Braunkohlenlagern, in denen sich häufig Schwefelkies und Magnetkies in grosser Menge findet, die sich leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure oxydiren, gewinnt man den Eisenvitriol, indem man in eine mit Lehm wasserdicht gemachte Grube das Erz ausbreitet und dort jahrelang liegen lässt. Die Grube ist nach der einen Seite zu geneigt, auf dieser Seite befindet sich ein ebenfalls wasserdichter Behälter. Wenn es auf diese Haufen (Bühnen) regnet, so löst das Wasser den entstandenen Eisenvitriol auf und fliesst in den Behälter, in welchem sich Eisenabfälle befinden, um das Eisenoxyd in Oxydul umzuwandeln und die freie Schwefelsäure abzustumpfen. Aus diesem Behälter pumpt man die Lösung in die Abdampfpfannen, in welchen sie zur Krystallisation abgedampft wird. In Gegenden, in welchem vortheilhaft aus dem Schwefelkies Schwefel destillirt werden kann, benutzt man den abdestillirten Schwefelkies (Schwefelbrand, Abbrand) durch Verwitternlassen und Auslaugen auf Eisenvitriol.

Darstellung des Alauns auf Bühnen.

Aus abdestillirtem Schwefelkies.

Aus Eisen und Schwefelsäure.

Aus den zur Eisenvitriolfabrikation verwendeten Erzen gehen natürlicherweise mancherlei fremde Bestandtheile in den Eisenvitriol über, die denselben verunreinigen. Um reinen Eisenvitriol darzustellen, muss man daher Eisen mit verdünnter Schwefelsäure behandeln ($Fe + SO_3 + 8\,HO = (FeO, SO_3) + 7\,HO + H$), die Flüssigkeit verdampfen und krystallisiren lassen. Dort, wo die localen Verhältnisse es gestatten, stellt man Eisenvitriol oft sehr wohlfeil durch Auskochen von gepochten Eisenfrischschlacken mit Schwefelsäure dar.

Aus Spatheisenstein und Schwefelsäure.

Dort, wo Spatheisenstein (kohlensaures Eisenoxydul, FeO, CO_2) rein vorkommt, kann man sich desselben zur Bereitung des Eisenvitriols bedienen, indem man das Mineral in Schwefelsäure löst und die Lösung zum Krystallisiren abdampft.

Traubenvitriol.

Die im Grossen erhaltene Eisenvitriollösung wird in die Krystallisirgefässe gegossen, in welche man gewöhnlich Holzstäbe oder Strohhalme gestellt hat. Die an den Stäben sich absetzenden Krystalle bilden den sogenannten Traubenvitriol. Die am Boden und an den Wandungen befindlichen Krystalle, die Tafeln, sind minder schön krystallisirt.

Schwarzvitriol.

Durch verschiedene Metallsalze verunreinigt, existirt im Handel eine fast dunkelbraune Art von Eisenvitriol, der sogenannte Schwarzvitriol, der aber auch zuweilen auf den Hütten angefertigt wird, indem man grünen Eisenvitriol durch einen Aufguss von Erlenblättern oder Galläpfeln schwarz färbt.

Anwendung des Eisenvitriols.

Der Eisenvitriol wird hauptsächlich in der Färberei zum Schwarzfärben angewendet, indem das Oxydul des Eisenvitriols sich zu Oxyd oxydirt, und in diesem Zustande durch die in den Galläpfeln, der Eichenrinde, dem Quercitron, dem Gelbholz, dem Fustikholz u. s. w. enthaltene Gerbsäure (das Tannin) in gerbsaures Eisenoxyd verwandelt wird; er wird ferner angewendet zur Bereitung der Tinte, zum Desoxydiren des Indigs (Bereitung der kalten Küpe), zum Reinigen des Leuchtgases, zum Desinficiren der Kloaken, zum Fällen des Goldes aus seinen Lösungen ($Au\,O_3 + 6\,FeO, SO_3 = 3\,Fe_2\,O_3 + 6\,SO_3 + Au$); zur Darstellung des Berliner Blaues und der rauchenden Schwefelsäure, zum Conserviren des Holzes und noch zu vielen andern Zwecken.

Eisenmennige.

Die Eisenmennige (*minium de fer*), die seit einiger Zeit zum

Anstreichen als Ersatzmittel der gewöhnlichen Mennige empfohlen worden ist, besteht aus Eisenoxyd und Thon und erscheint als ein feines Pulver von dunkelrothbrauner Farbe. Eine holländische Eisenmennige bestand aus:

Eisenoxyd	85,57
Thon	8,43
Wasser	6,00
	100,00

Die Eisenmennige ist zum Anstreichen weit vortheilhafter als die Bleimennige. Die Kosten eines Anstriches verhalten sich wie 20 (Eisenmennige) und 39 (Bleimennige). —

Das Ultramarin.

Ultramarin. Das Ultramarin ist die bekannte schöne blaue Farbe, die man früher aus dem Lasurstein oder Lapis Lazuli darstellte, jetzt aber künstlich fabrikmässig erhält. Der Lasurstein findet sich in schön blauen Massen von 2,75—2,95 spec. Gewichte. Aus diesem Steine stellte man ehedem das Ultramarin Natürliches. dar, indem man die wenigen guten Stücken gröblich pulverte, glühte, in Wasser abschreckte und das erhaltene feine Pulver mit sehr verdünnter Essigsäure digerirte, um den mit dem Lasurstein gemengten kohlensauren Kalk aufzulösen. Darauf wurde der Lasurstein auf dem Reibstein fein gerieben, mit einem gleichen Gewichte eines Gemenges von Harz, Wachs, Leinöl und Burgunderpech gemischt. Diesen Teig knetet man nun unter Wasser so lange, als dasselbe noch blau gefärbt wird; aus dem Wasser setzt sich das Ultramarin als feines Pulver ab. Auf diese Weise erhielt man ungefähr 2—3 pCt. Ultramarin, welches wegen seiner Schönheit und Seltenheit, wegen seiner Unveränderlichkeit am Lichte, im Oel und auch Kalke in sehr hohem Preise stand. Durch die chemische Analyse des Lasursteines gelangte man zur genauen Kenntniss der Zusammensetzung desselben, welche nach vielen fruchtlosen Versuchen zur Darstellung des künstlichen Ultramarins führte, das dem natürlichen an Güte und Schönheit der Farbe nichts nachgiebt und sowohl das natürliche, als auch andere blaue Farben, wie z. B. die Smalte in den meisten Fällen ersetzen kann. Der Lasurstein besteht in 100 Theilen aus 45,40 Th. Kieselerde, 31,67 Th. Thonerde, 9,09 Th. Natron, 5,89 Th. Schwefelsäure, 0,95 Th. Schwefel, 3,52 Th. Kalk, 0,86 Th. Eisen, 0,42 Th. Chlor und 0,12 Th. Wasser.

Künstliches Ultramarin. Das künstliche Ultramarin wurde von Guimet entdeckt und durch die Methoden von Engelhart, Gmelin, Gentele, Prückner, Leykauf und Wilkens verbessert.

Die Fabrikation des Ultramarins zerfällt: I. in die Darstellung des grünen Ultramarins und II. in die Ueberführung desselben in das blaue Ultramarin *).

Rohmaterialien. Die Rohstoffe sind: 1) ein möglichst eisenfreies Thonerdesilicat, am besten Porcellanerde, 2) calcinirtes Glaubersalz, 3) calcinirte Soda) 4) Schwefelnatrium (als Nebenprodukt der Fabrikation), 5) Schwefel, 6) Holzkohlen- oder Steinkohlenpulver.

Als Thonerdesilicat verwendet man Porcellanthon oder eine weisse Thonart, deren Zusammensetzung von der der Porcellanerde nicht sehr abweicht. Geringe Beimengungen von Kalk und Magnesia sind nicht schädlich; der Eisenoxydgehalt soll nicht über 1 pCt. betragen. Der geschlämmte Thon wird getrocknet und nach dem Trocknen geglüht, wodurch der Thon mürbe und spröde wird, die Eigenschaft verliert, schmierig und fett zu sein, und sich nun leicht

*) Nach H. Ritter (1860) bildet sich zuerst beim Glühen von Schwefelnatrium mit Thon eine farblose Verbindung, von ihm weisses Ultramarin genannt.

durch Pochwerke und Quetschwerke pulvern lässt. Nach dem Pochen oder Quetschen kommt der Thon durch Siebvorrichtungen, die ihn in ein staubförmiges Mehl verwandeln.

Das Glaubersalz darf keine freie Säure enthalten und muss frei von Blei und möglichst frei von Eisen sein. Hat das zur Verfügung stehende Glaubersalz diese Eigenschaften nicht, so löst man es in Wasser, neutralisirt die freie Säure mit Kalkmilch, wobei zugleich das Eisenoxyd gefällt wird, decantirt nach dem Absetzenlassen die klaren Laugen und lässt krystallisiren und entwässert die Krystalle auf der vertieften Sohle eines Flammenofens oder eisernen Kessels *).

Die calcinirte Soda findet, wie sie von den Sodafabriken geliefert wird, Anwendung. Sie darf kein Kochsalz enthalten.

Das Schwefelnatrium (bei der Anwendung als Natriummonosulfuret NaS in Rechnung gebracht) tritt in der Regel als Nebenprodukt der Fabrikation auf und wird entweder in flüssiger Form oder eingetrocknet und pulverisirt angewendet.

Den Schwefel wendet man in Form von Stangenschwefel an; er wird als staubförmiges Pulver vorräthig gehalten.

Die Kohle, welche zur Entfernung des Sauerstoffs dient, wendet man in Gestalt von Holzkohle oder aschenarmer Steinkohle an; man mahlt die Kohle in Sandstein- oder Granitmühlen mit Wasser, bis sie in einen feinen Schlamm verwandelt worden ist, welcher nach dem Trocknen zerdrückt und gesiebt wird. Einige Fabriken wenden neben der Kohle noch Colophonium an.

Herstellung des grünen Ultramarins. I. Bei der Herstellung des Satzes zum grünen Ultramarin können nach Gentele folgende drei Mischungen gelten:

	I.	II.	III.
Porcellanthon (wasserfrei) **)	100	100	100
calcinirtes Glaubersalz	83—100	—	41
calcinirte Soda	—	100	41
Kohle	17	12	17
Schwefel	—	60	13 ***)

100 Th. calcinirter Soda werden durch 80 Th. calcinirtes Glaubersalz, 100 Th. des letzteren durch 70 Th. trockenes Schwefelnatrium ersetzt. Die Mischung der Materialien erfolgt in den Fabriken auf verschiedene Weise, aber immer hat sie den Zweck, aus den Materialien ein sehr inniges Gemenge herzustellen.

Glühen des Satzes. Das Glühen des Satzes. Der Satz kommt in Chamottetiegel, in welche er mit passenden Holzkeulen eingestampft wird. Das Erhitzen geschieht in Oefen, deren Construction der der kleinen Porcellanöfen ähnlich ist, bei erforderlicher hoher und gleichförmiger Temperatur und möglichst gehindertem Luftzutritte. Die Temperatur, welche den Glühgefässen nach und nach ertheilt wird, streift an helle Rothglühhitze oder angehende Weissglühhitze. Die Dauer eines Brandes variirt von 7—10 Stunden. Man lässt den Ofen verschlossen erkalten. Der Inhalt der Tiegel erscheint als eine gesinterte Masse von grauem oft gelbgrünem Ansehen; er wird wiederholt abgewässert. Das so erhaltene Ultramarin ist eine lockere, schwammige, aus kleinen und grossen porösen Stücken bestehende Masse, die auf Mühlen bis zur äussersten Feinheit gemahlen wird; das Pulver wird gewaschen und nach dem Waschen getrocknet. Nachdem das Produkt noch in Quetschmühlen

*) Kalisalze bilden keinen Ultramarin, wol aber Barytsalze, wenigstens fand Kuhlmann in einem Ofen, welcher zur Reduction von Schwerspath zu Schwefelbarium diente Baryt-Ultramarin, d. h. Ultramarin, in welchem das Natron durch Baryt ersetzt worden ist. —

**) Hierbei ist angenommen, dass der Porcellanthon ungefähr die Zusammensetzung von zweifach kieselsaurer Thonerde habe. —

***) In der Coburger Ultramarinfabrik hat der Satz folgende Zusammensetzung:

Kaolin	100
calcinirte Soda	90
Schwefel	100
Colophonium	6
Fichtenscheitkohle	6

trocken gerieben und durch Haarsiebe geschlagen wurde, ist es als grünes Ultramarin sowohl zum Verkauf, als auch zur Ueberführung in blaues Ultramarin anwendbar.

Gentele fand in Ultramaringrün:

		aus Nürnberg	aus B . . .
Säuren	Schwefel	3,62	3,144
	Schwefelwasserstoff	2,99	3,199
	Schwefelsäure	0,59	0,718
	Kieselsäure	37,82	39,524
Basen	Thonerde	29,39	30,476
	Eisenoxyd	1,40	0,857
	Kalk	1,13	1,346
	Natron	25,30	23,036
		101,80	102,27

Das grüne Ultramarin hat als grüne Farbe im Ganzen noch einen untergeordneten Werth, indem es an Schönheit der Nüance den meisten Kupferfarben nachsteht.

Ultramarinblau. II. Ueberführung des Ultramaringrüns in Ultramarinblau. Die Ueberführung des grünen Ultramarins in blaues kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden und bietet keine Schwierigkeit dar, gegenwärtig findet aber allgemein diese Ueberführung durch Rösten mit Schwefel bei niedriger Temperatur und unter Luftzutritt statt, so dass der Schwefel zu schwefliger Säure verbrennen kann, wobei zugleich ein Theil des Natriums sich oxydirt, welches dann aus dem blauen Ultramarin als schwefelsaures Natron ausgezogen wird. Der im grünen Ultramarin enthaltene Schwefel bleibt jedoch, nur mit weniger Natrium verbunden, vollständig zurück *).

Bei dem in den meisten deutschen Ultramarinfabriken üblichen Röstverfahren wendet man kleine, über einem Feuerraume eingemauerte Cylinder an, deren hinterer Boden mit einer Oeffnung versehen ist, in welche die Axe einer Flügelwelle gesteckt werden kann. Der vordere Theil lässt sich leicht hinwegnehmen; dieser Theil hat eine Oeffnung für die durchgehende Axe der Flügelwelle, eine kleine Oeffnung unten und eine grössere oben, zum Eintragen des Schwefels dienend, welche beide mit Riegeln verschlossen werden können. An der obern Seite des Cylinders befindet sich noch eine weitere kleine Oeffnung zum Austreten der schwefligen Säure. Der Cylinder wird mit der Flügelwelle versehen, mit grünem Ultramarin beschickt, verschlossen und in dem Ofen erhitzt. Von Zeit zu Zeit werden die Flügel gedreht, um das Ultramarin gleichmässig zu erhitzen. Nachdem der Inhalt des Cylinders so weit erhitzt worden ist, dass eine Probe des in die Oeffnung geworfenen Schwefels sich von selbst entzündet, mässigt man das Feuer, wirft alsdann in den Cylinder 1 Pfd. Schwefelpulver, dreht die Flügelwelle und lässt die Füllöffnung offen, damit der Schwefel verbrennen kann. Man dreht langsamer, bis keine Schwefeldämpfe mehr entweichen. Dieselbe Behandlung mit Schwefel wird so lange wiederholt, bis eine herausgenommene Probe die höchste Reinheit und Intensität der blauen Farbe zeigt.

Nach dem französischen Röstverfahren wendet man gemauerte Muffelöfen oder solche Herdöfen an, in welche die Flamme der Heizung nicht eintreten kann. Das Ultramarin wird auf dem Herde gleichförmig ausgebreitet und so lange

*) Glüht man Ultramaringrün mit Salmiak oder erhitzt man es in Chlorgas, so geht es in blaues Ultramarin über. —

unter Verschluss der Thüre erhitzt, bis hereingebrachter Schwefel sogleich zu brennen beginnt. Man wirft eine Handvoll Schwefel auf und lässt denselben unter Umrühren mit einer eisernen Krücke verbrennen. Die Operation wird wiederholt, bis die Nüance und die Intensität der blauen Farbe nicht mehr zunimmt.

Auch in Deutschland wendet man hier und da das *Muffelbrennen* an, so z. B. in der Ultramarinfabrik in Kaiserslautern (Pfalz), wo eine neue, von H. Wilkens herrührende Methode befolgt wird *).

Nach Erzielung der blauen Farbe wird das Ultramarin ausgewässert, wobei Glaubersalz und eisenoxydhaltige Flüssigkeiten gewonnen werden. Das ausgewaschene Ultramarin wird präparirt. Das Präpariren des Ultramarins geschieht auf der granitnen Präparirmühle mit Bodenstein und Laufer. Die fein geriebene Farbe wird nun noch geschlämmt und die verschiedenen Schlämmwasser in Bottiche von Nr. 00, 0, 1, 2, 3 u. s. w. abgelassen, woraus die verschiedenen Sorten Farbe gewonnen werden. Während des Schlämmens geht auch das Versetzen der helleren Sorten des Ultramarins mit Porcellanthon vor sich. Die breiige Masse von geschlämmtem Ultramarin wird in hanfene Säcke gebracht und ausgepresst und nach dem Auspressen auf Horden in geheitzten Räumen getrocknet. Die getrocknete Masse wird gesiebt.

Theorie der Ultramarinfabrikation.

Das Ultramarinblau wurde besonders in der neueren Zeit häufig analysirt. Dass die erhaltenen Resultate nicht genau mit einander übereinstimmen, liegt, wie Wilkens richtig bemerkt, daran, dass man zu den Analysen meist ein Muster Ultramarin nahm, wie es die Fabrik lieferte, und dessen Bestandtheile bestimmte, gleichviel, ob der Arbeiter das Fabrikat mehr oder weniger vollständig ausgewaschen, ob er besser oder schlechter entschwefelt hat. Ferner ist dem Analytiker in den meisten Fällen nicht bekannt, ob ihm ein reines oder ein mit Porcellanthon versetztes Ultramarin zur Untersuchung vorliegt. Die angestellten Analysen lassen indessen auf alle Fälle die Mengen der wesentlichen Bestandtheile des Ultramarinblau deutlich erkennen.

So fand Gentele (1856) bei der Analyse folgende Ultramarinsorten:

		D.	E.	H.	I.
Säuren	Schwefel	5,80	5,90	6,61	6,63
	Schwefelwasserstoff	1,12	0,93	1,33	0,87
	Schwefelsäure	0,96	2,52	3,13	2,70
	Kieselsäure	39,59	36,91	40,42	38,28
Basen	Thonerde	31,31	29,17	25,83	31,90
	Eisenoxyd	1,41	1,01	1,08	0,69
	Kalk	1,27	0,60	1,17	1,01
	Natron	17,02	21,25	20,73	20,11

D war blaues Ultramarin, aus dem grünen (p. 309) durch Behandeln mit Chlor dargestellt, E eine dunkle Sorte Nürnberger Ultramarin, H Meissner Lasursteinblau Nr. 1, I Ultramarinblau von Alexanderthal bei Coburg.

Alle Chemiker sind darüber einig, dass bei der Feststellung einer rationellen Formel des Ultramarins nur vier Substanzen, nämlich Kieselerde, Thonerde, Natron und Schwefel in Betracht zu ziehen seien, über die rationelle Formel selbst und über die Theorie der Bildung des Ultramarins, namentlich der Ueberführung des grünen in blaues, herrscht dagegen keine Uebereinstimmung.

Da während eines gewissen Aggregatzustandes der Schwefel *blau* erscheint, genau so, wie im Ultramarin, so handelte es sich, meint Nöllner (1858) bei der Fabrikation des letzteren nur darum, diesen Aggregatzustand des Schwefels durch das Dazwischenhalten eines

*) Fürstenau in Coburg wendet zum Brennen des Ultramarins feuerfeste Kästen an, die 6—7 Ctr. Rohmasse fassen, von welchen je zwei auf den Herdbänken eines doppelten Flammenofens sich befinden.

fremden Körpers, wie Thonerde oder Kieselerde zu fixiren. Nach Breunlin wäre aller Schwefel in dem Ultramarin als Natriumpolysulfuret, und alles Natron und alle Thonerde an Kieselerde gebunden und zwar wie sich aus den Sauerstoffverhältnissen ergiebt, zu SiO_3, $2\,NaO + SiO_3$, $2\,Al_2\,O_3$. In dem Ultramarinblau sei dieses Doppelsilicat mit Natriumpentasulfuret (NaS_5), in dem Ultramaringrün mit Natriumbisulfuret (NaS_2) vereinigt. Aus dem Sauerstoffverhältniss des Natrons im Doppelsilicat zu dem im Polysulfuret des Natriums, letzteres als Natron berechnet, enthaltenen, ergiebt sich dass

$$\left.\begin{array}{l}\text{im Ultramarinblau } 2\,(SiO_3,\ 2\,NaO + SiO_3,\ 2\,Al_2\,O_3) \text{ auf } NaS_5\\ \text{„ Ultramaringrün } 1\,(SiO_3,\ 2\,NaO + SiO_3,\ 2\,Al_2\,O_3) \text{ auf } NaS_2\end{array}\right\}\ \text{komme.}$$

Böckmann hat sich in einer kürzlich (1861) publicirten Arbeit im Wesentlichen Breunlin's Ansichten angeschlossen.

Nach der Ansicht von Wilkens ist das grüne Ultramarin, welches der Bildung von blauem stets vorangeht, eine Schwefelnatriumverbindung, das blaue Ultramarin dagegen eine Schwefelnatriumverbindung und eine Verbindung von unterschwefligsaurem Natron, eine Ansicht, zu welcher sich auch W. Stein (1859) und H. Ritter hinneigen. Auch Habich betrachtet die blaue Färbung des Ultramarins als wesentlich auf Schwefelnatrium und einer Sauerstoffverbindung des Schwefels beruhend, eine Ansicht, die von Gentele nicht getheilt wird, welcher annimmt, dass das färbende Princip im Ultramaringrün eine kleine Menge blauen Ultramarins und ein Einfach-Schwefelmetall sei, das Färbende im Ultramarinblau sei aber ein Polysulfuret (NaS_{10}); die Ueberführung des grünen Ultramarins in blaues geschehe nur durch Austreten von Natrium. Gentele hebt den Umstand hervor, dass in einer bei Luftzutritt geglühten Masse unterschwefligsaures Salz nicht enthalten sein könne.

Wäre ein Polysulfuret des Natriums, wie Breunlin und Gentele annehmen, allein die Bedingung der Blaubildung, so müsste sich das grüne Ultramarin bei Abschluss der Luft durch Schwefel in das blaue überführen lassen, was aber nicht der Fall ist. Der Sauerstoff der Luft spielt demnach bei dem Blaubrennen eine wichtige Rolle, und man kann wol, bis entscheidendere Versuche angestellt werden, vor der Hand annehmen, dass die Entstehung der Farbe von einem unvollendeten Oxydationsprocesse einer in dem Gemenge vorhandenen Schwefelverbindung abhängt*).

Eigenschaften und Anwendung des Ultramarins. Das Ultramarin ist ein unfühlbares lasurblaues Pulver, das sich in Wasser nicht löst und an dasselbe nichts abgeben darf; es wird von alkalischen Laugen nicht angegriffen, jedoch durch Säuren, selbst durch sauer reagirende Salze, wie z. B. durch Alaunlösung, unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas entfärbt. Die Bezeichnung, säurefestes Ultramarin, welche man in neuerer Zeit einer Sorte Ultramarinblau gegeben hat, bezieht sich nur auf die Widerstandsfähigkeit gegen Alaun, welche durch Zugeben einer besondern erdartigen Mischung hergestellt worden sein soll.

Es dient besonders zum Malen und Tünchen auf Kalkgrund, so wie in der Wasserglasmalerei, zum Tapetendruck, in der Buntpapierfabrikation, zum Druck auf Leinwand, Baumwoll-, Woll- und Seidezeuge u. s. w., wobei das Ultramarin mit Hülfe von Albumin befestigt wird. Ein grosser Theil des Ultramarins wird ferner angewendet, um an sich gelblich- oder röthlich-weisse Stoffe dem Auge rein weiss erscheinen zu lassen. Die blaue Farbe des Ultramarins wirkt auf den schmutziggelben Ton zu Weiss ergänzend. Man nennt diese Art der Anwendung des Ultramarins das Blauen, das indessen weit richtiger das Weissen zu nennen wäre. So blaut man unter Andern die Leinwand (auf 50 Stück Leinwand 2—3$^1/_2$ Pfd. Ultramarin), die Papiermasse, die Wäsche, die Kalkmilch beim Anstreichen, die Stärke,

*) Der Eindruck, den die vielen, in den letzten 5—6 Jahren erschienenen Arbeiten über die *Constitution des Ultramarins*, die der widersprechenden Angaben so viele enthalten, machen, ist ein höchst unbefriedigender! Wenn der eine Autor Argumente bringt gegen die Anwesenheit von *unterschwefligsaurem Natron* in dem Ultramarin, und der andere es „unzweifelhaft“ hält, dass das Ultramarin unterschwefligsaures Natron enthält, so kann man aus den vorliegenden Arbeiten nur einen Schluss ziehen, nämlich den, dass der eingeschlagene Weg, zur Kenntniss der Gruppirung der Bestandtheile des Ultramarins zu gelangen, nicht der richtige ist.

die Stearinmasse zur Kerzenfabrikation, und endlich auch den Zucker. Man hat in neuerer Zeit die Frage aufgeworfen, ob der Ultramarinzusatz zum Zucker nicht nachtheilig sei. Wenn man aber in Betracht zieht, dass das Ultramarin aus lauter der Gesundheit nicht schädlichen Substanzen besteht, dass ferner die Menge des Ultramarins im Zucker eine verschwindend kleine ist — auf 1000 Ctr. Zucker genügen in der Regel $2^1/_2$ Pfd. Ultramarin —, so wird diese Frage unbedingt mit Nein beantwortet werden müssen.

Das grüne Ultramarin, welches namentlich als Tüncher-, seltener als Tapetenfarbe Anwendung findet, ist zuweilen mit Indig und einer gelben Zinnlackfarbe geschönt.

Die Keramik oder die Thonwaarenindustrie.

Thon und dessen Verarbeitung. Der Feldspath ist ohne Zweifel die wichtigste Thonerdeverbindung, die wir in der Natur antreffen.

Feldspath. Die Feldspatharten bilden ein wichtiges Glied der Gebirge und treten als wesentliche Gemengtheile der gneus- und glimmerschieferartigen, granitischen und porphyrartigen Gesteine auf. Aus Feldspath, Glimmer und Quarz besteht überwiegend die Schicht des Urgebirges, welche unsern Erdkörper umgiebt. Der Kalifeldspath (KO, Si O_3 + Al_2 O_3, 3 Si O_3) führt den Namen Orthoklas; ist das Kali durch Natron vertreten, so heisst der Feldspath Albit. Wenn der Feldspath (oder manche Varietäten von Amphibol und Pyroxen) unter dem Einflusse von Wasser und Kohlensäure verwittert, so wird kieselsaures Kali frei, das ausgewaschen und zum Theil von den Pflanzen aufgesogen wird und als die Quelle allen Kalis in den Aschen der Vegetabilien anzusehen ist, zum Theil aber auch durch Kohlensäure zersetzt wird, wodurch sich Kieselsäure ausscheidet, während kohlensaures Kali gelöst wird. In Folge dieser Zersetzung ist dem Rückstand stets unverbundene (in Kali lösliche) Kieselsäure beigemengt, welche auch zuweilen zur Bildung von Opal, Chalcedon und Hornstein Veranlassung gab*). Die zurückbleibende kieselsaure

Thon. Thonerde bildet den sogenannten Thon, dessen wesentlichster Bestandtheil kieselsaure Thonerde ist. Der am Orte seiner Entstehung lagernde Thon giebt, mit Wasser angerührt, nur eine sehr wenig plastische Masse; man nennt diese

Kaolin oder Porcellanerde. Thonart Kaolin oder Porcellanerde, sie findet sich häufig in Trümmern des Urgebirges, mit Quarz und auch mit Glimmer und desgl. gemengt, was ihre Bildung aus dem Feldspath eines Granits, eines Porphyrs u. s. w. anzeigt. Wenn diese Thonart durch Ueberschwemmungen fortgerissen und wieder abgelagert wird, so bildet sich der Thon, welcher mit Wasser die bekannte knetbare Masse bildet. Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Kaoline und Thone ist

Allgemeines über Thonarten. eine verschiedene, schon aus dem Grunde, weil sich darin ausser der eigentlichen plastischen Substanz die vorhin erwähnten, mechanischen Beimengungen finden. Sobald aber diese Beimengungen theils durch Schlämmen, theils durch ein kurzes Kochen mit Kalilauge (wodurch die freie Kieselerde beseitigt wird) entfernt worden sind, findet man in den meisten Fällen, dass die reine plastische Masse auf 1 Aeq. Kieselerde, 1 Aeq. Thonerde und 2 Aeq. Wasser enthält. Die Menge der freien Kieselsäure schwankt zwischen 1 bis 14 pCt.

*) So finden sich z. B. in der Porcellanerde von Obernzell bei Passau Knollen von Opal und Halbopal; auch der sogenannte Knollenstein in dem zersetzten Porphyr der Umgegend von Halle dürfte auf ähnliche Weise entstanden sein.

Die Verwitterung des Feldspathes lässt sich durch folgendes Schema verdeutlichen:

1 Aeq. Feldspath, $KO, Si O_3 + Al_2 O_3, 3 Si O_3$

giebt unter Mitwirkung von Wasser (n HO)

1 Aeq. Porcellanerde $Al_2 O_3, Si O_3 + 2 HO$

und 1 Aeq. saures kieselsaures Kali $KO, 3 Si O_3$,

welches letztere sich zum Theil in der Weise zersetzt, dass Kieselerde ausgeschieden wird und eine lösliche Verbindung (von der Zusammensetzung des Wasserglases $3 KO, 8 Si O_3$) zurückbleibt.

Bekannte Fundorte, auf welchen die Porcellanerde bauwürdig angetroffen wird, sind

1) im Königreiche Bayern, Stollberg, Diendorf, Oberedsdorf und einige andere Ortschaften im Landgericht Wegscheid, Kreis Niederbayern; ausserdem bei einigen Orten Oberfrankens (Schwefelgosse, Brand, Niederlamitz, Göpfersgrün) und der Oberpfalz (Beratzhausen und Ehefeld bei Amberg). Die im Landgericht Wegscheid sich findende und durch Verwitterung von Gneus (von Porcellanspath nach Fuchs) entstandene wird gewöhnlich Passauer Porcellanerde genannt. Material der Porcellanfabrik zu Nymphenburg;

2) im Königreiche Preussen, Morl und Trotha bei Halle. Zersetzter Porphyr. Material der Berliner Porcellanfabrik;

3) im Königreiche Sachsen, Aue bei Schneeberg (gegenwärtig erschöpft) und Seilitz bei Meissen. Erstere ist durch Verwitterung von Granit, letztere aus Porphyr entstanden. Die Seilitzer Erde wird auf der Meissner Porcellanfabrik verarbeitet;

4) in der österreichischen Monarchie, Brenditz in Mähren, Zedlitz bei Karlsbad in Böhmen, Prinzdorf in Ungarn;

5) in Frankreich, St. Yrieux bei Limoges. Zerstörtes Gneusgebirge;

6) in England, St. Austle in Cornwall. Verwitterter Granit. Der *cornish stone*, der in den Thondistricten Englands eine grosse Rolle spielt, ist verwitterter Pegmatit, eine aus Orthoklas und Quarz gemengte Felsart. Er findet sich zu Tregoning-Hill bei Helstone und zeichnet sich durch einen Gehalt an kieselsaurem Kali aus, weshalb er auch zur Glasur verwendet werden kann;

7) in China.

Es liegt in der Natur der Sache, dass je nach der Natur des Muttergesteins, durch dessen Verwitterung der Thon entstanden ist, der Thon mit fremden Substanzen verunreinigt sein muss. Von der Qualität und Quantität dieser fremden Körper, so wie von dem sehr verschiedenen Verhältnisse zwischen den Hauptbestandtheilen eines jeden Thones — Kieselsäure und Thonerde — rühren die grossen Verschiedenheiten in den Eigenschaften des Thones her. Die in den geringeren Thonarten sich findenden Verunreinigungen sind: Sand (theils in Form von wirklichem Quarzsandstein, als in Kali lösliche Kieselsäure, theils auch Trümmer unzersetzter Mineralien), kohlensaurer Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Schwefelkies und organische Ueberreste. Der im jüngeren Gebirge und besonders im aufgeschwämmten Lande vorkommende Thon ist weit häufiger als die Porcellanerde.

Technisch wichtige Eigenschaften des Thones. Für die technische Verarbeitung des Thones wichtige Eigenschaften sind Farbe, Plasticität und Schmelzbarkeit. Im Naturzustande ist die Farbe des Thones eine weisse, gelbliche, bläuliche oder graugrüne. Reiner Thon ist weiss; die Farben rühren daher von Beimengungen her. Weisser Thon enthält zuweilen geringe Mengen von Eisenoxydul und wird nach dem Brennen

Farbe. gelblich oder röthlich, farbiger dagegen, dessen Färbung von der Gegenwart organischer Substanzen herrührt, brennt sich häufig durch Verflüchtigung der Verunreinigungen weiss. Die übrigen gefärbten Thone verändern beim Brennen ihre Farbe und werden röthlich oder röthlichgelb. Feinere Thonarbeiten können nur aus sich weiss brennendem Thone dargestellt werden.

Plasticität. Der Thon saugt begierig Wasser ein und bildet damit eine zähe Masse, die knet- und formbar (bildsam oder plastisch) und zur Annahme feiner Eindrücke geeignet ist. Es ist klar, dass die Bildsamkeit eines Thones von der Menge des vorhandenen plastischen Thones abhängig ist und dass dieselbe abnehmen muss,

wenn der Thon einen nicht bildsamen Gemengtheil enthält. Die Plasticität eines Thones wird am meisten beeinträchtigt durch Sand, weniger durch Kalk, am wenigsten durch Eisenoxyd. Thone, die im hohen Grade bildsam sind, nennt man fett und lang (weil sie im angemachten Zustande sich schlüpfrig anfühlen und sich ziehen lassen, ohne sofort abzureissen); den Gegensatz bilden die mageren und kurzen Thone, die sich rauh anfühlen, leicht abreissen und nur wenig Bildsamkeit besitzen.

Schmelzbarkeit. Alle Thonarten schwinden, d. h. sie nehmen sowohl beim Trocknen, als auch beim Brennen ein geringeres Volumen ein, woher es geschieht, dass die Form der Gegenstände entweder sich verzieht oder der Thon reisst. Ein und derselbe Thon schwindet um so mehr, je feuchter er gewesen und je länger die Einwirkung der Hitze gewährt hat. Die fetten Thone schwinden mehr als die mageren. Die Verkleinerung der Oberfläche durch das Schwinden variirt von 14 bis zu 31 pCt., die der Capacität (des Inhaltes) von 20 bis 43 pCt. Durch das Brennen nimmt die Dichte und die Härte eines Thones oft bis zu dem Grade zu, dass er am Stahl Funken giebt. Seine Eigenschaft, mit Wasser eine plastische Masse zu bilden, hat er gänzlich verloren. Reiner Thon (kieselsaure Thonerde) ist für sich nicht schmelzbar (feuerfest), durch Beimengungen wie Kalk, Eisenoxyd und andere Basen (mit Ausnahme von Magnesia, welche den Thon besonders fett, aber nicht schmelzbar macht) wird aber der Thon mehr oder weniger leicht schmelzbar. Schmelzbarer Thon kann begreiflicher Weise nicht zur Fabrikation solcher Thonwaaren benutzt werden, welche sehr hart sein müssen wie das Porcellan oder wie feuerfeste Steine und Schmelztiegel beim Gebrauch einer hohen Temperatur ausgesetzt werden. Einige schwer schmelzbare und feuerfeste Thonarten sintern bei der höchsten Brennhitze zusammen, wodurch die Masse geflossen (aufgelöst) erscheint und nicht mehr an der Zunge haftet. Bei der Fabrikation gewisser Thonwaaren ruft man die Neigung des Zusammensinterns durch geeigneten Zusatz eines Flussmittels hervor oder befördert sie hierdurch.

Eintheilung der Thonarten. Man theilt die Thonarten ein in

1) feuerfeste (Porcellanerde und plastischer Thon),
2) schmelzbare (gemeiner Töpferthon, Walkererde),
3) kalkige oder aufbrausende (Mergel, Lehm),
4) ockerige Thone (Röthel, Bolus, Ocker).

Neben der oben angeführten Porcellanerde (Kaolin) ist der feuerfeste Thon (Porcellanthon, Kapselthon, plastischer Thon) die wichtigste Thonart; er ist verschieden gefärbt, sehr zähe, im hohen Grad plastisch, brennt sich weiss und ist im Porcellanofenfeuer nicht schmelzbar. Gewöhnlich kommt er in tertiären Ablagerungen vor, bald ist er von anderen Thonarten, bald von Quarzsandmassen, zuweilen von Braunkohlenlagern begleitet. Für die Praxis ist es wichtig zu wissen, dass oft Thone von demselben Lager und von derselben Grube bedeutende Verschiedenheiten in dem Grade der Feuerbeständigkeit darbieten. Die Lager am Rhein (Coblenz, Cöln), Amberg, Kemnath, und Mitterteich in Bayern, Grossalmerode in Kurhessen, zu Colditz und Hubertusburg in Sachsen, zu Einberg bei Coburg, in der Gegend von Namür in Belgien, bei Dreux in Frankreich, Devonshire und Stourbridge in England sind die bekanntesten.

Nachstehende Analysen geben ein Bild von der Zusammensetzung einiger feuerfesten Thone:

	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselerde	47,50	45,79	53,00	63,30	55,50
Thonerde	34,37	28,10	27,00	23,30	27,75
Kalk	0,50	2,00	1,25	0,73	0,67
Magnesia	1,00	—	—	—	0,75
Eisenoxyd	1,24	6,55	1,75	1,80	2,01
Wasser	1,00	16,50	—	10,30	10,53

1. Almerode in Kurhessen (Schmelztiegel); 2. Schildorf bei Passau (Graphittiegel); 3. Einberg bei Coburg (Porcellankapseln, feuerfeste Steine); 4. Stourbridge; 5. Newcastle (feuerfeste Steine).

Der gemeine Töpferthon besitzt die meisten äusseren Eigenschaften des plastischen Thones; viele Arten desselben fühlen sich weich an und bilden mit Wasser eine ziemlich zähe Masse, allein sie sind zerreiblicher und zertheilen sich weit leichter im Wasser. Häufig ist der Töpferthon stark gefärbt und behält seine Farbe auch nach dem Brennen bei. Meist braust er schon mit Salzsäure etwas auf und macht dann den Uebergang zu dem Mergel. In Folge eines Gehaltes an Kalk und Eisenoxyd ist er schmelzbar und schmilzt je nach der Quantität dieser Beimengungen bei höherer oder niedrigerer Temperatur zu einer dunkelgefärbten, schlackenähnlichen Masse. Er findet sich vorzüglich in den jüngsten Gebilden der Erdrinde, oft ganz an der Oberfläche, zuweilen indessen auch in mächtigen Ablagerungen in einigen tertiären und Flötzformationen. Zuweilen liegen in ihm fremde Körper, wie organische Reste, Eisenkies und Strahlkies, Gyps, Nieren von thonigem Sphärosiderit.

Die Walkererde ist eine weiche zerreibliche Masse und rührt von der Verwitterung von Diorit und Dioritschiefer her. In Wasser zerfällt sie zu einem zarten Pulver und bildet einen nicht plastischen Brei. Auf ihrer Eigenschaft, sich in Wasser fein und schnell zu zertheilen und in diesem Zustande Fett zu absorbiren, beruht ihre Anwendung zum Fleckausmachen, zum Walken des Tuches etc.

Sie findet sich bei Riegate in Surrey und bei Maidstone in Kent; sie kommt ferner vor zu Vaels bei Aachen, Rosswein in Sachsen, dann in Böhmen, Schlesien, Mähren, Steiermark.

Der Mergel ist ein mechanisches Gemenge von Thon und kohlensaurem Kalk, welches mitunter auch Sand (Sandmergel) und andere zufällige Beimengungen enthält. Derjenige, der überwiegenden Kalk enthält, heisst Kalkmergel, der mit vorwaltendem Thongehalt, Thonmergel. In Wasser zerfällt er zu Pulver und bildet eine teigige, nicht zusammenhängende Masse. Mit Säuren braust er stark auf, wobei sich oft mehr als die Hälfte seines Gewichtes löst. Er schmilzt leicht. Der Mergel ist besonders dem jüngeren Flötzgebirge eigen und findet sich in den Gebilden des bunten Sandsteins und Keupers, auch in der Lias- und Kreideformation. Einige Varietäten des Mergels werden zu Töpferwaaren benutzt, die nicht stark gebrannt werden. Seine Hauptanwendung findet der Mergel in der Landwirthschaft als Düngemittel.

Der Lehm (Leimen, Löss, Ziegelthon) macht den Uebergang vom Thon zum Sande. Er ist ein mit Quarzsand und mehr oder weniger Eisenocker, zuweilen auch mit Kalk gemengter Thon von gelber oder bräunlicher Farbe, die nach dem Brennen in Roth übergeht. Er bildet mit Wasser eine wenig plastische Masse und ist nicht sehr feuerbeständig. Man benutzt ihn zur Fabrikation von Ziegeln. Der Lehm ist die verbreitetste Formation des Thons und indem er besonders in den jüngsten Ablagerungen der Erdrinde nahe an der Oberfläche vorkommt, von grossem Einfluss auf die Lockerheit des Bodens. Dem Lehm ähnlich ist der Letten, der in vielen tertiären und Flötzformationen sich findet.

Der in den Rheingegenden in grossen Massen angeschwemmte Löss ist eine Art feinen Lehms. — Der Lehm findet Anwendung in der Baukunst zu Backsteinen und Ziegeln, mit Häcksel vermengt zum Ausstacken der Fachwerke und zu den Lehmwänden, zu dem Pisébau, zum Vermauern der Steine bei Brandmauern, Schornsteinmauern, wobei er aber nicht wie der Kalkmörtel die Steine zu einem Ganzen verbindet, sondern nur die Fugen ausfüllt.

Die in Deutschland seltener in der Thonwaarenfabrikation Anwendung findenden Gemenge von Thon und Eisenocker oder Eisenoxydhydrat wie Röthel, Bolus und Ocker können übergangen werden.

Zusammensetzung der Kaoline. Die Kaoline im rohen Zustande und nur durch Waschen von gröberen Körpern (Quarzkörnern und dergl.) befreit, sind Gemenge von Porcellanthon mit Gesteinrückstand. Der Porcellanthon, d. i. der plastische Theil des Kaolins, ist immer gleich zusammengesetzt.

Die Zusammensetzung der Kaoline ergiebt sich aus folgenden Analysen:

Fundort	Gesteinsrückstand	Kieselerde frei	Kieselerde an Thonerde gebunden	Thonerde	Wasser
St. Yrieux	9,7	10,9	31,0	34,6	12,2
Cornwallis	19,6	1,2	45,3	24,0	8,7
Devonshire	4,3	10,1	34,0	36,8	12,7
Passau	4,5	9,7	36,7	37,0	12,8
Aue	18,0	1,7	34,2	34,1	11,0
Morl bei Halle	43,8	4,4	21,6	22,5	7,5

Eintheilung der Thonwaaren. Nach der innern Beschaffenheit der gebrannten Masse (des Scherbens), lassen sich die Thonwaaren am naturgemässesten eintheilen in dichte und poröse Thonwaaren. Die dichten sind so stark erhitzt worden, dass ihre Masse halbverglast (aufgelöst, geflossen) erscheint; sie sind im Bruche glasartig, durchscheinend, undurchdringlich für Wasser und geben am Stahle Funken. Die poröse Thonwaare ist in der Masse nicht verglast und daher locker; ihr Bruch ist erdig, ihre Masse zerreiblich, lässt in nicht glasirtem Zustande Wasser durch und klebt an der Zunge. Die gebrannte Masse, mag sie dicht oder porös sein, bleibt entweder rauh, in welchem Falle die Thonwaare einfach heisst, oder sie ist mit einer glasartigen Masse, mit Glasur, überzogen und heisst dann zusammengesetzt.

Die Thonwaaren lassen sich in folgender übersichtlicher Weise eintheilen:

I. Dichte Thonwaaren. A. *Aechtes oder hartes Porcellan.* Masse gleichsam geflossen, nicht mit dem Messer ritzbar, feinkörnig, durchscheinend, weiss, gleichartig und strengflüssig. Bruch mässig muschlig und feinkörnig. Spec. Gewicht 2,07—2,49. Die Masse besteht aus Kaolin und einem zu Glas schmelzenden unbildsamen Zusatze, dem sogenannten Flusse, meist Feldspath mit oder ohne Zufügung von Gyps, Kreide und Quarz; die Glasur ist wesentlich dem zur Masse gesetzten Flusse gleich und besteht ebenfalls aus Feldspath, zuweilen mit etwas Gyps, aber nie mit Blei- oder Zinnoxyd. Es ist für die Fabrikation des ächten Porcellans charakteristisch, dass das Garbrennen der Masse, wobei diese durchscheinend und dicht wird, mit dem Aufbrennen in einer Operation geschieht.

B. *Weiches Porcellan* oder *Frittenporcellan.* Masse leichtflüssiger als das ächte oder harte Porcellan; man unterscheidet:

α) *französisches* oder *eigentliches Frittenporcellan*, eine glasähnliche Masse (unvollständig geschmolzenes Alkali-Erde-Silicat) ohne Zusatz von Thon dargestellt (daher mit Unrecht zu den Thonwaaren gerechnet), mit bleihaltiger, dem Krystallglas ähnlicher Glasur;

β) *englisches weiches Porcellan*, die Masse zusammengesetzt aus Kaolin, plastischem, sich weiss brennenden Thone, Feuerstein und als Flussmittel Cornish stone (verwitterter Pegmatit), Gyps oder Knochenasche (wesentlich phosphorsaurer Kalk) in sehr verschiedenen Verhältnissen. Die Glasur besteht aus *Cornish stone*, Kreide, Feuersteinpulver, Borax, meistens mit, seltener ohne Zusatz von Bleioxyd. Da die Glasur weit leichtflüssiger ist als die Masse, so muss letztere in dem ersteren längeren Feuer bereits fast gargebrannt sein, ehe in einem zweiten, mässigeren und kürzeren Feuer die Glasur aufgebrannt wird. Die Verschiedenheit der Glasur von dem Fluss der Masse bewirkt eine geringere Haltbarkeit der ersteren und häufige Rissigkeit derselben.

C. *Statuenporcellan* oder *Biscuit* und zwar:

α) ächtes und unglasirtes Porcellan,

β) parisches Porcellan oder Parian. Unglasirtes Statuenporcellan von einer dem englischen Porcellan ähnlichen, aber strengflüssigeren Masse,

γ) Carrara, zwischen Parian und Steinzeugmasse in der Mitte stehend, weniger durchscheinend als Parian und von etwas weisserer Farbe.

D. *Steinzeug.* Masse dicht, klingend, feinkörnig, homogen, nur an den Kanten oder kaum durchscheinend, weiss oder gefärbt. Das feine weisse Steinzeug ist nur durch die mangelnde Durchscheinenheit äusserlich von dem Porcellan unterschieden.

α) Glasirtes porcellanartiges Steinzeug. Die Masse besteht aus plastischem, sich weissbrennendem, weniger feuerbeständigem Thon mit Zusatz von Kaolin und Feuerstein; als Flussmittel ein feldspathiges Mineral; die Glasur enthält Borax und Bleioxyd und ist durchsichtig;

β) weisses oder gefärbtes unglasirtes Steinzeug (hierher gehört das Wedgwood). Aehnlich der vorigen Masse:

γ) gemeines Steinzeug mit Salzglasur. Der halbgeflossene Zustand der Masse ist nicht durch Zusatz von Flussmittel hervorgerufen, sondern nur durch stärkere Einwirkung des Feuers auf die nicht vollständig feuerfeste Thonmasse. Die Masse besteht aus plastischem Thon, (Pfeifenthon) entweder für sich oder mit einem Gemengtheile, der sich im Feuer wenig oder nicht zusammenzieht und die Schwindung des Thons vermindert, z. B. feinem Sande oder Scherben von gebranntem Steinzeug. Glasur ein Anflug von kieselsaurem Thonerde-Natron.

II. Poröse Thonwaaren. A. *Feine Fayence mit durchsichtiger Glasur.* Masse erdig, an der Zunge hängend, undurchsichtig, etwas klingend, mit durchsichtiger, bleiischer, auch Borax, Feldspath u. s. w. enthaltender Glasur.

B. *Fayence mit undurchsichtiger Glasur* (auch zuweilen Steingut genannt). Masse aus sich gelblich brennendem Töpferthon oder Thonmergel bestehend, mit undurchsichtiger weisser oder gefärbter zinnhaltiger Glasur (Email). Hierher gehört die Majolika.

C. *Ordinäre Töpferwaare.* Masse gewöhnlicher Töpferthon oder Thonmergel und stets röthlich gefärbt, weich und porös. Meist bleiische und immer undurchsichtige Glasur. Je nach der Farbe der Glasur weisse oder braune Töpferwaare. Erstere bildet das gewöhnliche Kochgeschirr, letztere das bunzlauer oder waldenburger Geschirr.

D. *Ziegel,* Terracotten, Backsteine, feuerfeste Steine, Tiegel, Röhren, Bauornamente u. s. w. Masse erdig; meist mehr oder weniger ungleichartig; immer gefärbt (brennt sich nicht weiss), porös, leichtflüssig, wenig klingend und undurchsichtig. Glasur findet nur ausnahmsweise Anwendung.

Hartes Porcellan.

Mahlen und Mischen der Materialien.

Die Materialien der Porcellanfabrikation finden sich in der Natur nicht in einem solchen Zustande, in welchem sie ohne weitere Vorbereitung zur Herstellung der Masse verwendet werden könnten. Die Porcellanerde, Feldspath und Quarz müssen vorher in unfühlbaren Staub verwandelt werden. Nach dem Zerkleinern wird das Ganze gesiebt. Die fernere Trennung der fremdartigen Bestandtheile geschieht durch das Schlämmen, welches sich auf die Eigenschaft des plastischen Theiles der Porcellanerde gründet, mit Wasser ein milchähnliches Liquidum zu bilden, welches das Kaolin suspendirt enthält. Je nach dem Grade der Feinheit setzen sich diese Theilchen früher oder später ab, während die gröberen Beimengungen sogleich sich absetzen, andere Unreinigkeiten organischer Natur dagegen auf der Oberfläche schwimmend bleiben.

Aus diesen geschlämmten Materialien wird nun die Porcellanmasse zusammengesetzt. Reines Kaolin, obgleich von grosser Plasticität, kann für sich allein zur Herstellung des Porcellans keine Anwendung finden, da daraus hergestellte Gegenstände beim Trocknen stark schwinden und Risse bekommen und im Feuer erweichen und sich setzen. Diese Uebelstände fallen hinweg, wenn man das Kaolin mit feingeschlämmtem Quarzsand vermischt; dieser Zusatz vermindert jedoch die Plasticität und erschwert das Formen der Masse. Ferner erhärtet eine nur aus Kaolin und Sand

bestehende Masse im Feuer zu einer wohl festen, aber auch porösen Masse, die sich nur schwierig mit einer Glasur überziehen lässt. Giebt man aber dem Gemisch noch einen Zusatz von Feldspath, so bildet derselbe im Porcellanofen ein Glas, welches die poröse Masse durchzieht und sie nicht nur undurchdringlich für Flüssigkeiten macht, sondern auch Adhäsion der Glasur zur Masse vermittelt.

Zusammensetzung der Porcellanmasse nach den Materialien:

Nymphenburg.		Wien.		Meissen.	
Kaolin von Passau	65	Kaolin von Zedlitz	34	Kaolin von Aue	18
Sand daraus	4	Kaolin von Passau	25	Kaolin von Sosa	18
Quarz	21	Kaolin von Unghvar	6	Kaolin von Seilitz	36
Gyps	5	Quarz	14	Feldspath	26
Biscuitscherben	5	Feldspath	6	Scherben	2
		Scherben	3		

Das Mischen der abgemessenen Substanzen im breiigen Zustande erfolgt in grossen Bottichen durch Umrühren, dies geschieht am innigsten und zweckmässigsten, indem man die Schlempe durch eine Pumpe aus dem einen Bottich pumpt und durch ein Sieb in einen zweiten Bottich laufen lässt, aus welchem sie eine zweite Pumpe wieder in den ersten Bottich zurück befördert.

Trocknen der Masse. Nachdem aus den Setzbottichen das Wasser abgelassen worden ist und die Masse sich als Schlamm (barbotine), abgeschieden hat, muss sie durch Trocknen auf die gehörige Consistenz gebracht werden.

Durch Verdunstung. Das Abtrocknen (das Massekochen) durch Verdunstung kann geschehen, indem man die Masse in weiten hölzernen Kasten einem starken Luftzuge aussetzt. Dies ist eine sehr gewöhnliche Methode, die Masse zu trocknen, da aber dieselbe nur während des Sommers Anwendung finden kann und wohl selten eine Fabrik den Sommer hindurch so viel zu liefern vermag, dass sie des Trocknens im Winter überhoben wäre, so sucht man das Abtrocknen durch Wärme zu bewerkstelligen. Das gewöhnlichste Mittel des Trocknens der Masse ist das durch

Durch Absorption. Absorption, wozu man sich als absorbirender Unterlage des gebrannten Lehmes (der Ziegelmasse) oder des Gypses bedient. Das Abtrocknen durch Gyps ist ziemlich kostspielig, weil die absorbirenden Gypswände nach einiger Zeit wieder getrocknet werden müssen und häufig sogar einer Erneuerung bedürfen; ferner geht das Trocknen ziemlich langsam vor sich, weil der Gyps, wenn er eine gewisse Menge Wasser aufgenommen hat, an der Aussenseite erst wieder Wasser abgeben muss, um auf der Innenseite wieder welches aufnehmen zu können. Das Ab-

Durch Luftdruck. trocknen der Masse kann auch geschehen durch Luftdruck; man bringt zu diesem Zwecke die zu trocknende Masse in einen aus porösen Platten zusammengesetzten Kasten, unter welchem man einen luftverdünnten Raum erzeugt, entweder durch Condensation von Wasserdämpfen oder durch Abfliessenlassen von Wasser. Auf letzteres Princip gründet sich der Apparat von Talabot.

Durch Pressen. Neuerdings hat man das Trocknen der Masse durch Gyps häufig durch das von Grouvelle und Honoré eingeführte Verfahren des Trocknens ersetzt. Zu diesem Zwecke bringt man die von dem grössten Theile des Wassers bereits befreite Masse in feste hanfene Säcke und setzt sie in einer Schrauben- oder Hebelpresse einem langsam wirkenden Drucke aus. Die gepresste Masse hat im Allgemeinen grössere Plasticität, als die durch künstliche Wärme entwässerte Masse; die Pressmethode ist aber kostspielig, da die Säcke mürbe werden und bald erneuert werden müssen.

Kneten und Faulen der getrockneten Masse. Möge man die Masse mit Hülfe von Gyps oder durch Anwendung von Pressen getrocknet haben, in allen Fällen wird sie nicht gleichförmig getrocknet

sein; sie enthält ferner stellenweise Lufttheile, die erst ausgetrieben werden müssen. Die Gleichförmigkeit der Masse erreicht man durch Kneten und Faulenlassen der Masse, das Kneten geschieht durch Treten mit den Füssen oder durch Schlagen. Die Plasticität der Porcellanmasse wird wesentlich befördert, wenn man dieselbe an einem feuchten Orte längere Zeit sich selbst überlässt, wo dann eine Art Fäulniss eintritt.

Jauche und Moorwasser sind diejenigen Flüssigkeiten, welche man zur Beförderung der Fäulniss anwendet. Brongniart erklärt den günstigen Einfluss der Fäulniss auf die Masse durch die Annahme, dass sich durch die Fäulniss Gase bilden, welche allen Theilen eine fortwährende Bewegung ertheilen, die einer Mischung der Masse durch Kneten, Schneiden u. s. w. gleichkommt und sie vielleicht in ihrer Wirkung noch übertrifft, weil sie sich auch auf die feinsten Moleküle ausdehnt und so zu sagen keines derselben an seiner Stelle duldet. Die Ursachen, aus welchen durch die Fäulniss und das lange Liegenlassen der Porcellanmasse eine Verbesserung derselben eintritt, sind nicht bekannt, und man hat zur Erklärung des Vorganges bis jetzt nur Hypothesen aufgestellt. Salvétat stellt die folgende Hypothese auf: Bei der Fäulniss der Porcellanmasse treten reichliche Mengen von Schwefelwasserstoffgas auf. Dieses Gas entsteht wahrscheinlich durch Reduction des schwefelsauren Kalkes zu Schwefelcalcium unter Mitwirkung der organischen Substanz und entweicht aus dem Schwefelcalcium, sowie dasselbe mit der Kohlensäure der Luft in Berührung tritt. Die eintretende schwarze Färbung der Masse und ihr Weisswerden an der Luft ist eine Folge der Bildung von schwarzem Schwefeleisen, welches an der Luft sich zu Eisenvitriol oxydirt, der mit den Waschwässern entfernt wird.

Möglicherweise kann auch durch langes Aufbewahren der Masse unter Wasser die Zersetzung eines Theiles des feldspathhaltigen Elementes veranlasst werden. Die hinreichend abgelagerte und wieder weiss gewordene Masse wird mit einem sichelähnlichen Werkzeuge oder auch mit Hülfe hölzerner Messer in feine Späne geschnitten, die von den Massearbeitern wieder zusammengeschlagen und zu Ballen geknetet werden.

Das Formen. Die geknetete und der Fäulniss unterworfen gewesene Porcellanmasse gelangt nun in besondere Räume, in welchen dieselbe geformt wird. Das Formen geschieht entweder: a) durch Drehen auf der Töpferscheibe, b) mit Hülfe von Formen.

Das Drehen auf der Töpferscheibe. Die Töpferscheibe besteht in ihrer einfachsten Form aus einer verticalen eisernen Axe, einer oben darauf befestigten horizontalen hölzernen Scheibe, auf welcher die Masse gedreht wird, und einem unten angebrachten Schwungrade. Nachdem der Dreher die zu formende Masse auf die Scheibe gebracht hat, setzt er den Apparat in Bewegung und hält die Hände mit einem gelinden Drucke gegen die Masse. Hält er die Daumen in den Mittelpunkt und drückt abwärts, so entsteht eine Höhlung, welche sich erweitert, wenn er die Daumen entfernt, und eine glockenähnliche Gestalt annimmt, sobald er die Daumen wieder nähert. Fasst der Dreher die Wände des Gefässes zwischen Hand und Daumen, so kann er die Wand beliebig erhöhen und verdünnen. Die Hände werden durch Eintauchen in Schlicker, in Wasser fein zertheilte Porcellanmasse, schlüpfrig erhalten. Die Masse wird entweder direct auf der Holzscheibe oder auf einer Unterlage von Gyps, die mittelst Schlicker auf der Scheibe befestigt ist, gedreht. Bei grossen Stücken wendet man zum Formen die Faust an, bei tieferen Stücken, um gewissermaassen die Finger zu verlängern, Stäbchen, die mit Schwamm umwickelt sind. Nachdem die Form des Gefässes der wirklichen so nahe als möglich gekommen, vollendet der Dreher die Form mit Hülfe des Steges, einer Art Lehre aus Eisen, Schiefer oder Horn, deren Form sich nach der Art des herzustellenden Gegenstandes richtet; sie ist bald dreieckig, bald in Curven geschnitten. Hierauf schneidet er das geformte Stück mit Hülfe eines feinen Messingdrahtes von der Scheibe ab und bringt es vorsichtig auf ein Brett, um es hier bis zur ferneren Verarbeitung trocknen zu lassen.

Das Formen mit Gypsformen.

Alle Gegenstände von nicht kreisförmigem Querschnitte, demnach ovaler oder complicirter Gestalt, werden in Formen bearbeitet, welche diejenigen Flächen vertieft enthalten, die auf dem herzustellenden Gegenstande erhaben sein sollen und umgekehrt. Das Formen geschieht entweder: a) durch Pressen und mit Anwendung von trockener Masse; b) mit weicher Masse von Teigconsistenz, oder c) durch Giessen mit flüssiger Masse.

Man beginnt mit der Anfertigung des Modells oder der Patrone; die massiven Stücke brauchen nur ein Modell, die hohlen Stücke öfters zwei. Das Material zum Modell ist entweder Thon oder Wachs oder Gyps, oder endlich Metall. Nur wenige Substanzen sind geeignet, als Material für die Masseformen verwendet zu werden. Die zu formende Porcellanmasse muss hinlänglich geschmeidig sein, um sich in alle Vertiefungen der Form drücken zu lassen, auf der andern Seite muss sie beim Entfernen aus der Form Steifigkeit genug haben, um sich nicht mehr zu verbiegen. Die Masse muss demnach in der Form consistenter geworden sein. Daraus folgt, dass zur Herstellung einer Form nur ein poröses Material, welches Feuchtigkeit zu absorbiren vermag, Anwendung finden kann. Nur der Gyps und der gebrannte Thon besitzen Porosität in hinlänglichem Grade. Gewöhnlich wendet man Formen von Gyps an.

Man unterscheidet Ballenformerei und Schwartenformerei. Nach der ersten Art wird die Porcellanmasse in Stücken von der geeigneten Grösse, die von dem Ballen abgeschnitten werden, entweder mit den Fingern oder mit einem besonders zugerichteten Holze so in die Form eingepresst, dass das Stück eine gleichmässige Scherbenstärke erhält. Zwischen die Finger und die Porcellanmasse muss ein feuchtes leinenes Läppchen gelegt werden. Man legt dann, wenn die Form aus zwei Hälften besteht, die beiden Hälften auf einander und vereinigt durch Druck die beiden geformten Hälften. Teller, Tassen und ähnliche Hohlgefässe formt man mit Hülfe von Schwarten, worunter man flache, dünne Blätter von Porcellanmasse versteht, welche man entweder durch Schlagen mit einem hölzernen, mit Schafleder überzogenen Hammer oder durch Auswalzen erzeugt. Am zweckmässigsten combinirt man beide Methoden, indem man einen kleinen Masseballen erst durch Schlagen abplattet und dann mit einem Wellholz ausrollt, wobei zwei Lineale, welche zu beiden Seiten der Schwarte zu liegen kommen, das Maass für die Stärke der Schwarte geben. Neuerdings fertigt man die Schwarten häufig mit Hülfe von Maschinen.

Formen durch Giessen.

Das Formen von Porcellangegenständen durch Giessen aus dickem Massebrei beruht gleichfalls auf der Eigenschaft der Gypsformen, Wasser zu absorbiren und auf diese Weise die Porcellanmasse consistenter zu machen. Die zum Giessen bestimmte Porcellanmasse wird mit Wasser zu einer dicken Schlempe angerührt, welche keine Luftblasen, keine Knoten und Massetheilchen enthalten darf. Sie wird in ein Reservoir gebracht, von wo aus sie in die Formen gegossen werden kann, welche auf der inwendigen Fläche mit Hülfe eines Pinsels mit einer dünnen Schicht von Masse überzogen wurden. Man füllt nun die Form mit dem Massebrei an, wobei dafür zu sorgen ist, dass die Luft aus der Form entweichen kann. Nachdem nun durch Absorption von Wasser eine dünne Masseschicht entstanden ist, giesst man die flüssige Masse ab und füllt neue Masse nach, was so oft wiederholt wird, bis die gewünschte Wanddicke erreicht ist. Nach vorstehender Methode stellt man Porcellanröhren und Porcellanretorten dar.

Das Nachbessern und Ansetzen. Hierbei ist es häufig der Fall, dass die Schablone nicht beweglich, sondern befestigt ist, wodurch der zu formende Gegenstand einen weniger ungleichmässigen Druck erfährt.

Es kommt selten vor, dass der geformte Gegenstand ohne weiteres getrocknet und gebrannt werden könne; in den meisten Fällen ist noch ein Abdrehen, Ausbessern, Verzieren durch Guillochiren und endlich ein Ansetzen von besonders geformten Theilen, z. B. Henkeln, nothwendig.

Fertigen von Porcellangegenständen ohne Formen. Gewisse Porcellanarbeiten werden aus freier Hand gefertigt, so die Sculpturarbeiten und die Anfertigung von Blumen, von welchen letzteren man die Blätter, Stengel, Kelche und Blumenkronen so wie alle übrigen Theile mit Hülfe des Bossirgriffels bildet. Feine Blätter werden indessen auch häufig in grosser Anzahl auf einmal in Gypsformen gepresst. Die Unmöglichkeit, freischwebende Theile wie Halme, Blumenstengel in Porcellanmasse auszuführen, welche sich beim Trocknen und Brennen verziehen oder umsinken würden, beschränkt einigermaassen die Auswahl unter den Blumen; man formt daher die Blumen meist ohne Stengel und macht diesen dann aus Draht. Die Blätter werden in der innern Handfläche geformt, deren Furchen die Aderung des Blattes ziemlich täuschend nachbilden.

Eine andere Arbeit aus freier Hand ist die Verzierung von Figuren mit Spitzen, Stickereien u. s. w., welche man mit Hülfe von Tüll und gehäkeltem Zeug darstellt; man benetzt es mit Wasser, taucht es in Schlicker, legt es an die betreffende Stelle des Porcellangegenstandes auf und lässt es trocknen Während des Brennens wird die organische Substanz, aus welcher der Tüll oder das Zeug besteht, zerstört und es bleibt das Porcellangewebe allein zurück. Aehnliche Verzierungen werden auch erhalten, indem ein Arbeiter mit einem zugespitzten Holze von der Gestalt eines Bleistiftes dicklich gehaltene Porcellanschlempe tupfweise an die passende Stelle bringt.

Trocknen der Porcellanwaaren. Nachdem die Porcellanwaaren geformt und durch das Abdrehen u. s. w. vollendet worden sind, werden sie an den Trockenort gebracht, wo das Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur im Schatten vor sich geht. Da die Moleküle der Masse in dem Grade einander näher gerückt werden, als daraus die Feuchtigkeit verschwindet, so findet ein Schwinden, d. h. ein Abnehmen des Volumen statt, welches indessen die Proportionen unangetastet lässt, wenn das Trocknen gleichmässig vor sich geht. Die zu trocknenden Waaren bleiben auf Brettergestellen so lange sich selbst überlassen, bis sie keine Feuchtigkeit mehr verlieren.

Glasur und Glasiren. Nur eine geringe Anzahl von Porcellangegenständen und dann meist nur Statuen und Figuren, kommt unglasirt, als sogenanntes Biscuit, in den Handel. Die meisten Porcellangegenstände sind mit einem glänzenden glasähnlichen Ueberzuge, mit der Glasur überzogen.

Alle Glasuren, welche in der Fabrikation von irdenen Waaren Anwendung finden, lassen sich unter folgende vier Abtheilungen bringen:

1) Erdglasuren sind durchsichtige Gläser aus Kieselerde, Thonerde und Alkalien geschmolzen; sie sind höchst strengflüssig und schmelzen in der Regel bei derselben Temperatur, bei welcher die Masse ihre Gare erlangt. Die Glasur des harten Porcellans ist eine solche Erdglasur.

2) Bleihaltige Glasuren sind bleihaltige durchsichtige Gläser, welche auch zuweilen neben der Kieselsäure Borsäure enthalten; meist schmelzen sie bei einer Temperatur, welche niedriger ist, als diejenige, bei welcher die Masse sich gar brennt. Das gewöhnliche Töpferzeug und die feine Fayence erhalten eine bleihaltige Glasur.

3) Emailglasuren sind theils weisse, theils gefärbte undurchsichtige Glasuren, meist Zinnoxyd neben Bleioxyd enthaltend; sie schmelzen leicht und dienen zum Maskiren der unangenehmen Farbe der darunter liegenden Masse.

4) Lüster sind meist Erd- und Alkaliglasuren, die die Masse als äusserst dünne Schicht, gleichsam als Hauch überziehen und nicht nur die darunter liegende Masse schützen und undurchdringlich machen 'sollen (wie die Glasur des gewöhnlichen Steinzeuges, mit Hülfe von Kochsalz und Wasserdämpfen hervorgebracht), sondern auch häufig (wenn sie Metalloxyde enthalten) nebenbei den irdenen Gegenstand zu decoriren bestimmt sind (Goldlüster, Kupfer- und Bleilüster).

Gegenwärtig handelt es sich nur um die Porcellanglasur. Man verlangt von ihr, dass sie bei der Temperatur, bei welcher die Porcellanmasse nur verglaset, schon schmilzt, dass sie ungefärbt und undurchsichtig sei; die Glasur muss ferner glatt und glasglänzend sein, sich von der Masse nicht lostrennen und nicht Risse bekommen, demnach fast genau denselben Ausdehnungscoefficienten besitzen wie die Masse selbst; sie muss endlich hart und widerstandsfähig gegen Schnitt, Druck und Reibung sein.

Die Glasur ist eine Porcellanmasse mit reichlichem Zusatz von Flussmitteln, so dass die Masse in dem Porcellanofen zum Schmelzen kommt.

In Meissen besteht die Glasur aus

Quarz	37
Kaolin von Seilitz	37
Kalk von Pirna	17,5
Porcellanscherben	8,5
	100,0

In der Berliner Porcellanfabrik setzt man die Glasur zusammen aus

Kaolin von Morl	31
Quarzsand	43
Gyps	14
Porcellanscherben	12
	100

Auftragen der Glasur.

Das Auftragen der Glasur kann, wenn wir das Glasiren im Allgemeinen betrachten, auf viererlei Weise geschehen, nämlich 1) durch Eintauchen, 2) durch Bestäuben, 3) durch Begiessen, 4) durch Verflüchtigen. Man trägt entweder die Glasur in Substanz mit allen Ingredienzien auf (durch Eintauchen und Begiessen), oder man führt der Masse gewisse Bestandtheile direct (durch Bestäuben) oder durch Verflüchtigen zu, welche mit der Masse zu Glasur zusammentreten.

Durch Eintauchen.

Das Glasiren durch Eintauchen ist die zum Glasiren des Porcellans, der feinen Fayence und zuweilen des Töpferzeuges angewendete Methode; sie erfordert denjenigen Grad von Porosität der Masse, um Flüssigkeiten begierig zu absorbiren; zugleich muss die Masse so viel Zusammenhang besitzen, dass sie vom Wasser nicht mehr aufgeweicht wird. Um daher die geformten und getrockneten Porcellangegenstände in den Zustand zu versetzen, in welchem sie mit Wasser zusammengebracht, nicht mehr ihre Form verlieren, müssen sie vorher gebrannt werden. Das ächte Porcellan wird deshalb vor dem Glasiren einem schwachen Brand, dem Verglühen unterworfen. Die mit Wasser gemahlene Glasur wird mit Wasser zu einem dünnflüssigen Teig wiederum ungefähr von der Consistenz der Kalkmilch angerührt. Taucht man nun ein verglühtes Geschirr in die Glasurbrühe, so wird ein Theil des Wassers von der porösen Masse rasch absorbirt und das in dem Wasser suspendirt gewesene Glasurmehl wird ähnlich einem Niederschlag auf einem Filter, auf der Oberfläche des Porcellans zurückbleiben, adhäriren und sich daselbst als eine gleichmässige Schicht verdichten.

Glasiren mittelst Bestäuben.

Das Glasiren mittelst Bestäuben ist die einfachste und billigste Glasirmethode und findet nur bei gröberen Waaren Anwendung, die zu einem so niederen Preise verkauft werden, dass ein Verglühen der Masse, um ihr die Eigenschaft, im Wasser sich zu zertheilen, zu benehmen, als zu kostspielig nicht möglich ist. Man beutelt über die frischgeformten noch feuchten Waaren Bleiglätte oder Mennige, zuweilen nur Bleiglanzpulver (Glasurerz); es bleibt alsdann eine Schicht davon auf der feuchten Oberfläche haften. Diese Pulver liefern das Bleioxyd, die Masse der Kieselerde und die Thonerde, welche zur Bildung der Glasur erforderlich ist. In neuerer Zeit hat man zum Bestäuben ein fein gepulvertes Gemenge von Zinkblende und calcinirtem Glaubersalz vorgeschlagen.

Durch Begiessen. Das Glasiren durch Begiessen findet bei Geschirren Anwendung, welche keine Porosität und demnach kein Absorptionsvermögen mehr besitzen. Derartige Geschirre sind das Frittenporcellan und das englische Porcellan. Das Glasiren durch Begiessen kommt aber auch vor bei dem gewöhnlichen Töpferzeug und bei einigen Arten von Fayence. Man giebt der Glasurbrühe Rahmconsistenz und giesst davon in oder auf die zu glasirenden Waaren, indem man sie durch eigenthümliches Bewegen und durch Schwenken überall auszubreiten sucht. Durch dieses Glasirverfahren hat man die Möglichkeit, das Innere eines Gefässes mit einer andern Glasur als die äussere Fläche zu versehen. So sind z. B. viele Fayencen inwendig weiss und auswendig braun glasirt.

Durch Verflüchtigen. Das Glasiren durch Verflüchtigung wird auf die Weise ausgeführt, dass man gegen das Ende des Brandes in dem Ofen einen salzigen oder metallischen Dampf bildet, der sich mit der Kieselerde der Masse zu einem wirklichen Glase verbindet. Die nach der Verflüchtigungsmethode glasirten Gegenstände sind so zu sagen nur auf der Oberfläche polirt, alle Formen bleiben demnach gänzlich unverändert. Man verfährt hierbei auf zweierlei Weise: nach der gewöhnlichen Art, die nur bei solchen Waaren Anwendung finden kann, welche ohne Kapseln und offen gebrannt werden, wirft man Kochsalz in den Ofen und bringt auf die Feuerungen grünes Holz, welches zur Bildung von wasserreichem Rauch Veranlassung giebt. Da das Kochsalz schon in der Rothglühhitze Dampfgestalt annimmt, so ist das Innere des Ofens mit den Dämpfen desselben angefüllt, welche mit den Wasserdämpfen zu Salzsäure und Natron sich umsetzen. Letzteres schlägt sich auf die Masse nieder und bildet mit der kieselsauren Thonerde derselben ein Glas, das den Gegenstand überzieht. Die Glasur bildet sich eben so vollständig im Innern der Gefässe, als an der äusseren Oberfläche.

Bei feinem Steinzeug, das in Kapseln eingesetzt gebrannt wird, verfährt man behufs des Glasirens durch Verflüchtigen auf die Weise, dass man die innere Fläche der Kapseln mit den Substanzen überzieht, durch deren Verflüchtigung eine Glasur auf den eingesetzten Gefässen sich bilden soll. Eine sehr gebräuchliche Mischung zum Glasiren der inneren Kapselfläche besteht aus Potasche, Bleiglätte und Kochsalz. Während des Brennens verflüchtigt sich einerseits Kochsalz und andererseits Chlorblei, die mit der Kieselerde der Geschirrmasse sich zu einer dünnen Glasschicht verbinden. Man wendet in England auch häufig Borsäure an, die bei hoher Temperatur auch sich verflüchtigt. Diese Art des Glasirens, besonders in England heimisch, wird *Smearing* genannt.

Lüster und Flowing colours. Hierher gehören auch die Lüster und die *flowing colours* der Engländer, wodurch die Weisse des Porcellangrundes auf liebliche Weise abgeändert wird. Man erhält diese Farben, indem man die Kapseln mit einem Gemenge von Chlorcalcium, Chlorblei und Thon bestreicht und gewisse Metalloxyde wie Kobaltoxyd in kleinen Gefässen in die Kapseln stellt. Die Metalloxyde werden in Chlormetall verwandelt und verflüchtigt und setzen sich gleich einem Nebel auf dem Geschirre ab.

Die Kapsel oder Kasetten. Porcellangefässe und überhaupt feinere irdene Waaren dürfen beim Brennen nicht der freien Einwirkung der Flamme ausgesetzt sein, weil Flugasche und Rauch eine Verunreinigung derselben bewirken würde; man muss sie deshalb in einer Umhüllung brennen, welche zu diesem Zwecke eigens aus Thon verfertigt und Kapsel oder Kasette genannt wird. Man fertigt die Kapseln aus feuerfestem Thon, welcher mit gestossenen, schon gebrannten Kapselscherben (Charmotte oder mit Quarzsand) stark versetzt ist. Durch diesen Zusatz ist das Schwinden und auch die Gefahr des Verziehens und Reissens der Kapsel stark vermindert.

In die Kapsel legt man zuerst eine ebengeschliffene Platte aus Kapselmasse (Pumbse) und stellt erst auf diese das Porcellan. Das Einsetzen der Porcellangeschirre in die Kapseln erheischt die grösste Sorgfalt. Hat der Arbeiter in die sorgfältig gereinigte Kasette den Pumbs gelegt, so bringt er das betreffende Porcellanstück, ohne dessen Glasur zu verletzen, an seinen Ort, so dass es die Kapsel ausser mit dem Fusse nirgends berühre. Auf diese Kapsel kommt eine zweite, darauf eine dritte u. s. f., bis eine Säule entstanden ist, welche der Einsetzer nach dem Ofen hin trägt.

Der Porcellanofen. Die Einrichtung des Porcellanofens ist Fig. 120 im verticalen Durchschnitt und Fig. 121 in der äusseren Ansicht abgebildet. Der abgebildete

Ofen ist ein verticalstehender Flammenofen mit drei Etagen und fünf Feuerungen für Holzfeuerung eingerichtet. Im Allgemeinen stellt ein solcher Ofen einen hohlen Cylinder vor, dessen obere Decke eine Kuppel bildet, aus der in der Axe der Schornstein sich erhebt. Die flachen Gewölbe oder Etagen, in welche er abgetheilt ist,

Fig. 120.

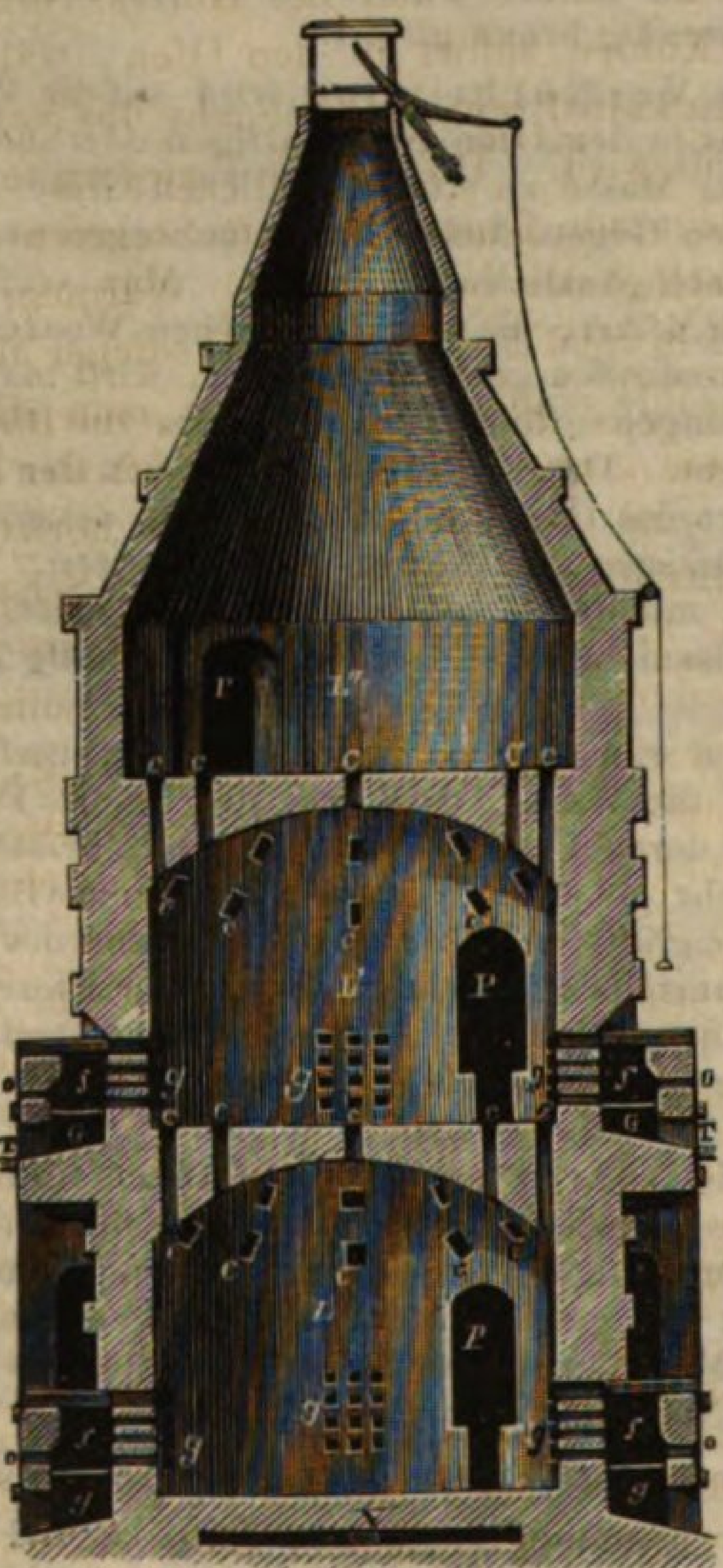


Fig. 121.



communiciren durch Feueröffnungen. Die beiden Etagen *L* und *L'* dienen zum Gar-, Glatt-, oder Starkbrennen des Porcellans; die obere Etage *L''*, die Krönung genannt, dient zum Rohbrennen. In jede Abtheilung führt eine Thür, welche während des Brennens zugesetzt wird. Am Boden der beiden untern Abtheilungen sind die fünf Feuerungen angebracht, aus gemauerten viereckigen Kästen *f* bestehend, deren eine Wand vom Ofen selbst gebildet ist; in jedem Kasten liegt unten ein Rost. Von jedem Feuerkasten führt eine Oeffnung *g* durch die Ofenwand in den Ofen. *G* ist der Aschenraum, *T* die Oeffnung des Aschenraumes, die während des Brennens verschlossen ist, *o* eine Oeffnung, durch welche das Brennmaterial auf den Rost aufgegeben wird. Die Feuerkästen können mittelst eines eisernen Schiebers verschlossen werden. Das Innere des Ofens besteht aus Charmottesteinen und aussen ist derselbe mit eisernen Schienen versehen. In jede Etage führt eine Thüre *P* zum Einsetzen und Ausnehmen des Porcellans; sie wird nach der Beschickung mit feuerfesten Steinen zugesetzt und verschmiert. Die Heizung geschieht zuerst in den unter den Feuerungen befindlichen Feuerkammern, indem man etwas Holz darin anzündet.

Ist durch dieses schwache Feuer, das Flattirfeuer (Lavir- oder Vorfeuer), die Waare bis zum starken Rothglühen erhitzt worden, so beginnt man das Scharf- oder Glattfeuer. Später feuert man nicht mehr in der Feuerkammer, sondern legt das Holz in die vorspringende Oeffnung. Hier findet das Verbrennen so statt, dass von oben die Luft eintritt und dann durch das Brennmaterial hindurch in den Ofen geht. Auf diese Weise wird stets der untere Theil des Holzes verzehrt und die heisse Luft tritt aus den glühenden Kohlen sofort in den Ofen, während bei andern Feuerungen die Luft zuletzt durch das kalte Brennmaterial geht, das man von Zeit zu Zeit aufschüttet, und dadurch abgekühlt wird. Die in der Feuergrube sich ansammelnden Kohlen bilden dort eine bedeutende Glut, die zum Steigern der Temperatur nicht wenig beiträgt, ja ohne welche der beabsichtigte Wärmegrad kaum erreicht werden würde. Sobald die Kohle in dem Feuerkasten in solcher Masse sich angesammelt hat; dass sie über der Ofensohle emporsteigt, öffnet man die vorher verschlossenen Zuglöcher am Feuerkasten und gestattet dadurch der Luft den Zutritt zu den glühenden Kohlen. Auf solche Weise wird die Flamme durch den horizontal eintretenden Luftstrom mehr zur Axe des Ofens hingeführt. Während des Scharffeuerns sind die Feuerherde (die Schüren) wahre Generatoren und man hat so in jedem Feuerraum zwei Verbrennungen über einander, die sich wechselseitig bedingen. So lange der Ofen nicht in voller Weissglühhitze steht, hat man nicht nöthig, sich von der Höhe der Temperatur genauere Kenntniss zu verschaffen; ist aber Weissglühhitze eingetreten, so sucht man durch Probeziehen den Stand näher zu ermitteln. Nachdem nämlich die Kapselsäulen oder Stösse in den Ofen eingesetzt waren, vermauert man, wie oben bemerkt, die Einsetzöffnung, lässt aber in der Mauer eine Probeöffnung, durch welche man glasirte Porcellanscherben in besonders dazu gefertigten Kapseln einsetzt. Nachdem der Ofen weissglühend ist, öffnet man die Probeöffnungen, nimmt die Probescherben heraus und beurtheilt den Schmelzgrad ihrer Glasur. Das Gutbrennen dauert 17—18 Stunden; man verschliesst dann den Ofen und lässt ihn erkalten, wozu 3—4 Tage erforderlich sind.

Zum Gelingen des Porcellanbrennens ist nicht nur eine sehr hohe Temperatur, nicht nur eine reichliche Entwickelung, sondern auch eine bestimmte chemische Beschaffenheit der Flamme Bedingung, insofern letztere von wesentlichem Einflusse auf die Farbe des Produktes ist. Zu diesem Zwecke muss die Flamme, wenn der Ofen in vollem Gange sich befindet, so viel als möglich die Beschaffenheit der Holzgasflamme besitzen, d. h. nicht blass und durchsichtig, sondern fett und weiss sein. Während der ersten Periode des Feuerns wirken die Gase oxydirend, in der Periode des Scharffeuers ist dagegen der Ofen mit reducirenden Gasen angefüllt.

Das Entleeren des Ofens und Sortiren der Waare. Nachdem der Ofen gehörig abgekühlt ist, schreitet man zum Entleeren desselben. Das den Kapseln entnommene Geschirr wird einer genauen Prüfung unterworfen, wobei es in vier Sorten geschieden wird:

a) in Feingut, wozu alles Geschirr gehört, welches fleckenlos, milchweiss, blasenfrei, spiegelglatt in der Glasur, nicht verbogen und nicht gerissen ist;

b) in Mittelgut, welches minder weiss und glatt in der Glasur ist und nur kleine Fehler hat, die man entweder beim Malen decken kann oder beim Gebrauch des Geschirres nicht nachtheilig sind;

c) zum Ausschuss gehören alle Stücke, deren Glasur schlecht geschlossen oder eierschalig (d. h. wenn in der Glasur sehr viele feine Pünktchen sichtbar werden) und deren Farbe gelblich ist, die Verunreinigungen der Masse oder Verbiegungen zeigen;

d) Stücke endlich mit Blasen oder Rissen, mit groben Verziehungen der Formen sind unverkäuflich und gehören dem Bruchgeschirre an.

Fehler der Porcellanmasse und der Glasur. Die hauptsächlichsten Fehler der Porcellanmasse sind folgende:

Risse der Masse; die Porcellanmasse ist kurz und nur wenig plastisch; sie zieht

sich beim Trocknen stark zusammen und die kleinste Ungleichheit in der Zusammenziehung beeinträchtigt nicht nur die Form, sondern bewirkt selbst eine Trennung der Theile, die oft erst nach dem Brande als Riss sich bemerklich macht. Ein Aufsitzen des Porcellans auf einer Unterlage ist gleichfalls oft der Grund des Entstehens der Risse.

Das Verziehen kann davon herrühren, dass entweder die Flamme zu stark auf gewisse Theile des Stückes wirkte, oder die Masse in Folge fehlerhafter Zusammensetzung zu schmelzbar war.

Der Wund oder die Windung der Porcellanmasse ist so empfindlich gegen Druck, dass sie an einer nur etwas mehr gedrückten Stelle weit weniger schwindet als an andern Stellen und man daher an einem auf der Scheibe gedrehten Stücke die Spirale sieht, nach welcher der Arbeiter beim Aufdrehen mit den Fingern von der Mitte gegen auswärts oder von unten nach aufwärts gefahren ist. Dieser Fehler wird der Wund genannt.

Die Flecken können von Körnern der Kapseln herrühren, welche auf das darin befindliche Porcellan gefallen und darauf eingeschmolzen sind. Solche Stellen kann man zuweilen ausbessern. Häufig haben die Flecken in der Einwirkung des Rauches auf die Porcellanmasse ihren Grund und tragen dann dazu bei, dass das Geschirr dem Ausschuss beigesellt werden muss.

Die gelbe Färbung, welche die Masse zuweilen während des Brennens annimmt, rührt theils von der Einwirkung des Rauches, theils auch von einer oxydirenden Einwirkung der Flamme her, welche das Eisen der Masse in Eisenoxyd überführt.

In der Glasur der Porcellanmasse machen sich hauptsächlich folgende Fehler bemerklich:

Blasen, sie können in Folge von Gasentwickelung durch die Reaction der Glasurbestandtheile auf einander entstehen, aber auch das Resultat eines zu starken Feuers auf normal zusammengesetzte Masse oder Glasur sein.

Die eierschalige Beschaffenheit ist ein Fehler, der sich bei der Glasur von Porcellan oft zeigt und derselben das Glänzende nimmt; wenn die Glasur nicht hinlängliche Schmelzbarkeit besass oder wenn sie nur unvollkommen gebrannt war, oder wenn endlich unter dem Einflusse reducirender Gase sich Alkalien verflüchtigten, so zeigt die Glasur eine eierschalenähnliche Beschaffenheit.

Wenn die Masse und die Glasur verschiedene Ausdehnungscoefficienten haben, so zeigen sich auf der Oberfläche Haarrisse; sind dieselben zahlreich und zeigen sie eine gewisse Regelmässigkeit, so nennt man solche Geschirre craquelirte (vases craquelés).

Porcellanmalerei. Die Porcellanmalerei ist ein Zweig der Glasmalerei, deren Wirkung aber ausschliesslich auf das reflectirte, nie auf das durchgehende Licht berechnet ist. Die Porcellanfarben sind gefärbte Gläser, welche durch Aufschmelzen (Einbrennen) auf die Porcellanmasse Festigkeit und Glanz erlangen. Zur Erzeugung jeder Farbe gehört das farbegebende Metalloxyd und der Fluss. Je nach ihrem Verhalten im Feuer theilt man die Porcellanfarben ein in Scharffeuerfarben und Muffelfarben. Erstere enthalten färbende Oxyde, die vollkommen oder mindestens so feuerbeständig sind, dass sie die zum Scharfbrennen erforderliche Hitze unverändert ertragen. Man trägt sie unter der Glasur auf und schmilzt sie mit derselben. Da die meisten Metalloxyde bei der Temperatur des Scharffeuers ganz oder zum Theil sich verflüchtigen und einen unreinen Ton geben, so sind die meisten Porcellanfarben Muffelfarben, welche stets nach dem Glasiren auf der Glasur aufgetragen und in der Muffel eingebrannt werden.

Die in der Porcellanmalerei angewandten Metalloxydsalze sind folgende:

Eisenoxyd für Roth, Braun, Violett, Gelb und Sepia,
Chromoxyd für Grün,
Kobaltoxyd und salpetrigsaures Kobaltoxydul-Kali für Blau und Schwarz,
Uranoxyd für Orange und Schwarz,
Manganoxyd für Violett, Braun und Schwarz,
Iridiumoxyd für Schwarz,
Titanoxyd für Gelb,
Antimonoxyd für Gelb,
Kupferoxyd und Kupferoxydul für Grün und Roth,
chromsaures Eisenoxydul für Braun,
chromsaures Bleioxyd für Gelb,

chromsaurer Baryt für Gelb,
Chlorsilber für Roth,
Platinchlorid und Platinsalmiak für Platinfarbe,
Goldpurpur für Purpur und Rosenroth.

Von den vorstehenden Oxyden sind zu Scharffeuerfarben anwendbar das Uranoxyd, das Kobaltoxyd, das Chromoxyd, das Mangan- und Eisenoxyd und das Titanoxyd.

Die meisten Metalloxyde, so das Eisenoxyd, das Chromoxyd, das Iridiumoxyd, besitzen schon von Hause aus die gewünschte Nüance; diese werden nur mit dem Flussmittel zusammengerieben und als Farbe benutzt; einige Oxyde erlangen die verlangte Färbung erst, wenn sie durch Schmelzen in Silicate oder Borate, überhaupt in Gläser übergegangen sind. So müssen z. B. Kobaltoxyd und Kupferoxyd erst mit Kieselsäure und Borsäure, Antimonoxyd mit dem Bleioxyd des Flusses zusammentreten, damit eine blaue, grüne oder gelbe Farbe sich bilde. Letztere Farben heissen Schmelzfarben, weil sie ihre Farbe erst erhalten, wenn sie mit dem Flussmittel zusammengeschmolzen werden, zum Unterschiede von den Frittefarben, deren Verwendung ein Fritten vorausgehen muss, durch welches die Farbe in einen halbverglasten Zustand versetzt wird.

Fig. 122.

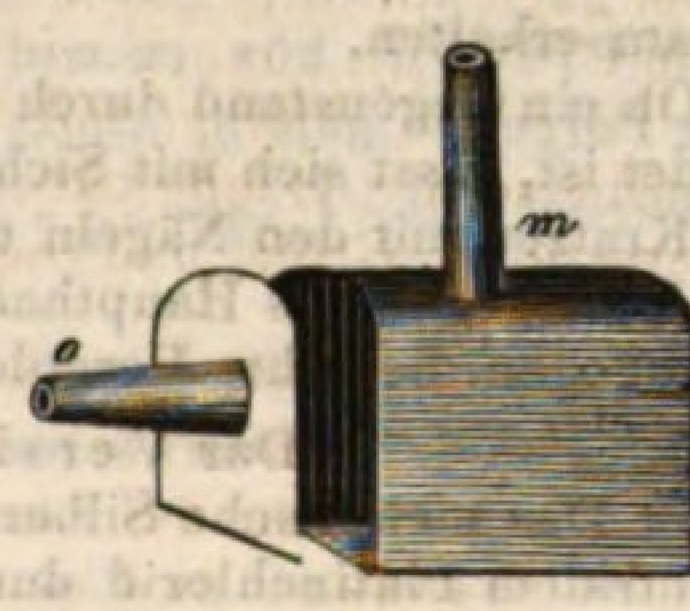
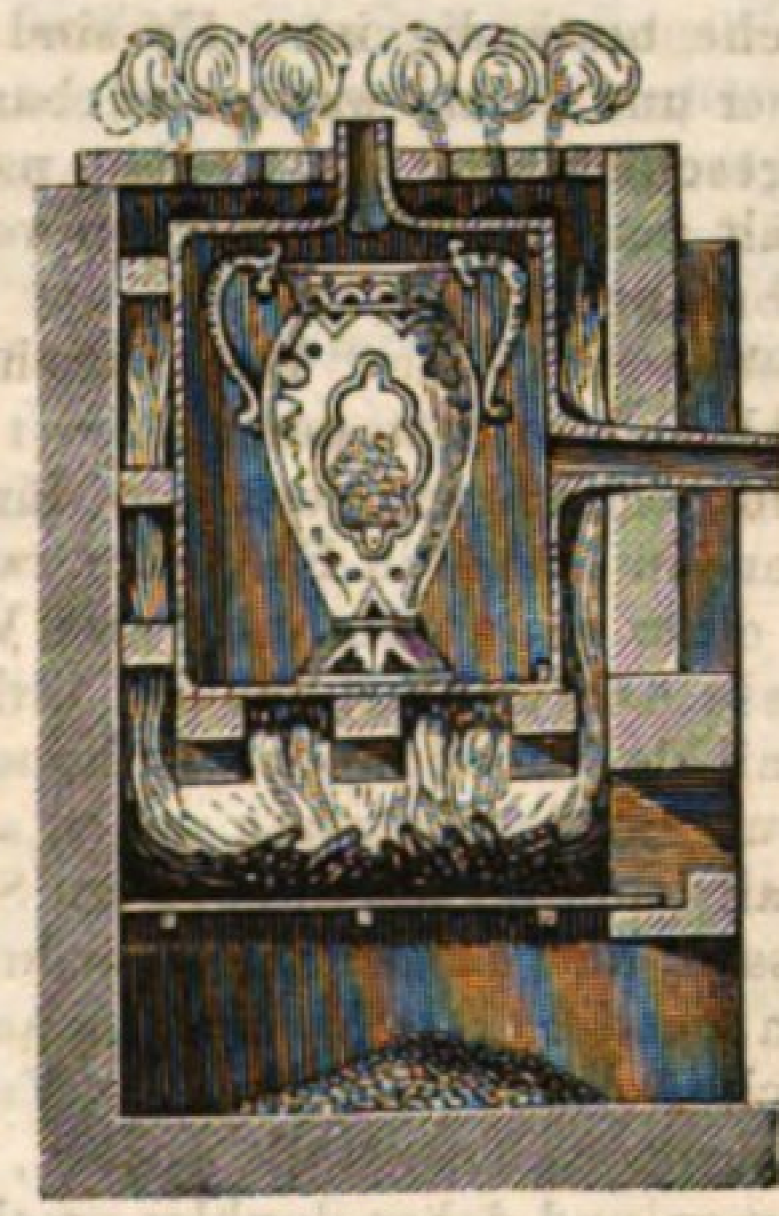


Fig. 123.



Das Einbrennen der Farben geschieht bei den Scharffeuerfarben im Gutofen mit dem Aufbrennen der Glasur, bei den Schmelzfarben dagegen in der Muffel (Fig. 122) aus Kapselmasse gefertigt, welche in dem Muffelofen zum Glühen erhitzt wird; die vordere Wand der Muffel dient als Thüre zum Eintragen des Geschirres, das Rohr *o*, um die Temperatur und den Grad des Aufgebranntseins zu beobachten; das von der Mitte der oberen Wölbung der Muffel sich erhebende Rohr *m* gestattet den sich entwickelnden Terpentinöl- oder Lavendelöldämpfen den Abzug. Beide Rohre sind mit Thonpfropfen verschlossen. Fig. 123 zeigt eine eingesetzte Muffel mit Geschirr, so wie sie in der kaiserlichen Manufactur zu Sèvres üblich ist. Sobald die Muffel lebhaft rothglüht, beginnen die Farben zu fliessen; man öffnet von Zeit zu Zeit das Schauloch, um den Moment wahrzunehmen, wo die spiegelnde Oberfläche anzeigt, dass die Farben vollkommen geflossen sind. Das Schaurohr und das obere Abzugsrohr der Muffel dürfen nie zu gleicher Zeit geöffnet werden, damit nicht ein kalter Luftstrom in die Muffel dringt.

Da die Muffelfarben stets auf der Glasur sich befinden, so lassen sie sich meist als fühlbare Erhabenheiten wahrnehmen; da sie ausserdem gefärbte Bleigläser und deshalb weich sind, so unterliegen diese Farben doppelt der Abnutzung — Uebelstände, die bei den Scharffeuerfarben, als unter der Glasur liegend, nicht vorkommen.

Decoriren des Porcellans. Das Gold wird behufs der Vergoldung von Porcellan aus seiner Lösung in Königswasser entweder durch Eisenvitriol oder durch salpetersaures Quecksilberoxydul gefällt. Vor seiner Anwendung wird das Gold mit dem Flussmittel auf das Innigste gemischt. Man wendet als Fluss basisch salpetersaures Wismutoxyd an.

Das Muschel- oder Malergold, dessen man sich ebenfalls zum Vergolden bedient, besteht aus den Schabinen von der Bereitung des ächten Goldblattes. Diese Scha-

binen werden mit einem in siedendem Wasser leicht löslichen Körper, wie Zucker, Salz oder Honig, fein gerieben.

Die Vergoldung muss auf die von Fett vollständig befreite Fläche aufgetragen werden, weil sonst das Gold durchaus nicht adhäriren würde. Das Gold wird entweder mit dem Pinsel oder durch Druck aufgetragen. Das Einbrennen geschieht in der Muffel. Da das Gold dabei nicht schmilzt, sondern nur durch den schmelzenden Fluss auf das Porcellan befestigt wird, so zeigt es nach dem Brennen keinen Glanz, welchen es erst durch das Poliren (Vorpoliren mit glattem Achat und Reinpoliren mit Blutstein) erhält.

Durch Glanzvergoldung. Ganz verschieden von der vorstehenden Vergoldung ist die Meissner Vergoldung oder Glanzvergoldung, deren Glanz nicht nur durch Reiben und Poliren hervorgebracht wird, sondern während des Brennens selbst entsteht. Sie wird gewöhnlich durch Einbrennen einer Lösung von Schwefelgold oder Knallgold in Schwefelbalsam erhalten.

Ob ein Gegenstand durch gefälltes metallisches Gold oder durch ein Glanzgoldpräparat vergoldet ist, lässt sich mit Sicherheit nicht durch Streichen mit dem Finger, mit Leder oder durch Kratzen mit den Nägeln u. s. w. beurtheilen. Führt man aber die vergoldete Fläche einige Male gegen das Haupthaar, so nimmt dieses die Glanzvergoldung wie eine feine Feile weg, wogegen die echte Vergoldung davon nicht leidet.

Durch Silber und Platin. Das Versilbern und Platiniren ist nur in geringer Ausdehnung üblich. Das metallische Silber wird aus seiner Lösung durch Kupfer oder Zink, das Platin aus neutralem Platinchlorid durch Kochen mit Kali und Zucker gefällt. Das Schwarzanlaufen der Versilberung auf Porcellan durch schwefelwasserstoffhaltige Ausdünstungen kann man nach Rousseau verhindern, wenn man vor dem Brennen auf das Silber eine sehr dünne Schicht Gold ausbreitet. Es entsteht dann eine weisse Legirung von Gold-Silber, welche beständig ist. Es sind indessen zum Gelingen viele Vorsichtsmaassregeln nöthig. Silber und Platin werden mit basisch salpetersaurem Wismutoxyd gemengt, aufgetragen und eingeschmolzen; sie werden nachträglich polirt. Glanzplatin oder Platinlüster erhält man durch Auftragen von Platinsalmiak mit Lavendelöl oder Schwefelbalsam und Einbrennen.

Lithophanien. Das Durchscheinende des Porcellans hat man zur Darstellung der Lithophanien oder Lichtbilder benutzt; es sind dies in flachen Gypsformen mit Reliefzeichnungen gepresste dünne und nicht glasirte Porcellanplatten, welche im durchfallenden Lichte in Folge der zweckmässig abgestuften Dicke Licht und Schatten der Figuren mit einer sonst unerreichbaren Wärme und Weichheit im Uebergange der Töne zeigen. Eine grosse Aehnlichkeit mit den Lithophanien haben die unter dem Namen Email ombrant oder Email de Rubelles oder Lithoponien angefertigten Porcellan- und Fayencegegenstände; in Bezug auf die Pressung zeigen sie aber das Entgegengesetzte der Lithophanien, weil bei dem Email ombrant die dunkelsten Stellen gerade am meisten vertieft, daher am dünnsten sein müssen, und das Bild nicht im durchgehenden, sondern im auffallenden Lichte betrachtet wird. Man wendet diese Verzierung auf Tafelservice und Kacheln an; diese Gegenstände erhalten durch Formen eingedrückte Vertiefungen, welche dann mit halbdurchsichtiger gefärbter Glasurmasse ausgefüllt werden, wobei die tiefsten Stellen dickere Schichten von Glasur aufnehmen und daher dunkler erscheinen als die erhabeneren Stellen, welche weniger mit Glasur bedeckt werden und dadurch heller bleiben.

Weiches oder Frittenporcellan.

Französisches Frittenporcellan. Das weiche oder Frittenporcellan wird als französisches und englisches unterschieden.

Das französische oder eigentliche Frittenporcellan ist eine glasartige Masse (ein unvollständig geschmolzenes Alkali-Erde-Silicat), ohne Zusatz von Thon, mit bleihaltiger, dem Krystallglas ähnlicher Glasur. Es gehört demnach nur uneigentlich zu den Thonwaaren, die Aehnlichkeit mit dem Porcellan entspringt nur aus der unvollkommenen Schmelzung der durch Uebersetzung mit Kalk und Thonerde strengflüssig gemachten Masse.

Die Masse zu dem Frittenporcellan wird zusammengesetzt: 1) aus einer Fritte, um der Masse Kieselerde und Alkalien zu geben, 2) aus Mergel, um Thon beizufügen, 3) aus Kreide, als kalkigem Bestandtheil.

Die Verhältnisse dieser drei Gemengtheile sind im Allgemeinen:

Fritte	75 — 75
Mergel	17 — 8
Kreide	8 — 17

Das Frittenporcellan wird mit Kreide und Kalkmergel gemischt, als dünner Brei fein gemahlen, als Brei einige Monate lang aufbewahrt, getrocknet, von Neuem gepulvert und durchgebeutelt. Der an und für sich kurzen Masse ertheilt man einen gewissen Grad von Plasticität durch Zusatz von Seifen- oder Leimwasser oder Gummischleim. Das Frittenporcellan wird in Kapseln gar gebrannt, ehe man es mit Glasur versieht; da es während des Brennens sich leicht verzieht, so muss es auf allen Seiten gestützt werden; man brennt es deshalb auf Formen von feuerfestem Thon, die genau die Gestalt der Geschirre haben. Es wird schon in dem Verglühofen des gewöhnlichen Porcellanofens gar gebrannt. Die Glasur des Frittenporcellans ist ein zu diesem Behufe eigens bereitetes Krystallglas.

Das Frittenporcellan ist leicht an dem Bleigehalt der Glasur zu erkennen. Eine Auflösung einer Schwefelleber einige Zeit in einem Gefässe aus Frittenporcellan aufbewahrt, schwärzt es oberflächlich.

Engl. Frittenporcellan. Das englische Porcellan besteht in der Masse aus plastischem Thon, aus Porcellanerde von Cornwallis (sogenannter *China clay*,) *Cornish stone* (durch Verwitterung von Pegmatit entstanden), Feuerstein und Knochenerde. Die Glasur besteht aus Cornish stone, Kreide, Feuerstein, Borax und Bleioxyd. Da die Glasur leichter schmelzbar ist als die Masse, so muss letztere im ersten, stärkeren Feuer grösstentheils gargebrannt werden, ehe im zweiten kürzeren Feuer die Glasur aufgebrannt wird; hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen hartem und englischem Porcellan. Beim harten Porcellan ist der Grad der Schmelzbarkeit der Masse und der Glasur ziemlich derselbe, namentlich stimmt in dieser Beziehung der Fluss der Masse mit der Glasur überein, während beim englischen und überhaupt beim Frittenporcellan eine Verschiedenheit des Flusses der Masse von dem der Glasur charakteristisch ist. Daraus folgt, dass das englische Porcellan weit weniger haltbar sei und leichter rissig werden muss, als das harte; auf der andern Seite ist die Masse des englischen Porcellans plastischer, bedarf zum Garbrennen wegen der überwiegenden leichtflüssigen Bestandtheile eines geringen Feuers und ist deshalb dem Verziehen beim Brennen weniger ausgesetzt. Auf dieser letzteren Eigenschaft beruht namentlich der Vorzug, dass die englischen Porcellane ohne Schwierigkeit mit geringer Scherbenstärke hergestellt werden können, während andererseits dieselben vermöge ihrer leichtflüssigen bleihaltigen Glasur die Anwendung der schönsten Farbennüancen zu Verzierungen gestatten. Das Brennen geschieht in eigenen Etageöfen mittelst Steinkohlen. Die Geschirre stehen in Kapseln. Die Glasur ist stets bleihaltig. Das Glasiren wird durch Eintauchen bewerkstelligt. In neuerer Zeit spielt die Borsäure als Mittel zum Glasiren des englischen Porcellans eine grosse Rolle.

Parian und Carrara. Das parische Porcellan oder Parian (dieser Name ist abgeleitet von der durch ihren Marmor berühmten Insel Paros) ist unglasirtes Statuenporcellan von einer dem englischen Porcellan ähnlichen, aber strengflüssigeren Masse, weniger Fluss und mehr Kieselerde enthaltend. Die Farbe der Masse zeigt einen etwas milden gelblichen Ton; die Oberfläche ist wachsartig und fettähnlich schimmernd. Das Parian wurde zuerst von Copeland im Jahre 1848 dargestellt, obgleich die Idee, parischen Marmor durch Porcellanmasse nachzuahmen, nicht neu ist, Kühn in Meissen und auch die Nymphenburger Fabrik haben längst Medaillen und Statuetten geliefert, welche mit dem Statuenmarmor grosse Aehnlichkeit haben, obgleich letztere ihrer Zusammensetzung nach sich dem harten Porcellan anschliessen. Die Zusammensetzung des Parian ist eine sehr verschiedene; manche Probe enthält phosphorsauren Kalk, andere wieder Baryt, noch andere endlich nur Kaolin oder Thon und Feldspath.

Der Carrara (eine Benennung nach dem durch seinen Marmor berühmten Carrara in Toskana) steht zwischen Parian und Steinzeug in der Mitte und ist weniger durchscheinend als Parian und von etwas weisserer Farbe.

Das Steinzeug oder Steingut.

Steinzeug. Das Steinzeug oder Steingut schliesst sich unmittelbar an das Porcellan an, insofern seine Masse dicht, klingend, feinkörnig, gleichartig, nicht an der Zunge hängend ist. Die Masse ist halb verglast, aber nicht aufgelöst wie bei dem Porcellan und nur an den Kanten oder kaum durchscheinend. Das feine weisse Steinzeug unterscheidet sich nur durch Abwesenheit der durchscheinenden Eigenschaft äusserlich von dem Porcellan. Man unterscheidet das Steinzeug

1) als porcellanartig glasirtes,
2) als weisses oder gefärbtes unglasirtes,
3) als gemeines Steinzeug, mit Kochsalz glasirt.

Das feine weisse Steinzeug besteht in der Masse aus plastischem, sich weiss brennendem, weniger feuerbeständigem Thon mit Zusatz von Kaolin und Feuerstein und einem feldspathartigen Mineral (in der Regel Cornish stone) als Flussmittel. Die Glasur enthält Bleioxyd und Borax und ist durchsichtig. Das Flussmittel ist in dem Steinzeug stets in grösserer Menge vorhanden als in dem Porcellan und macht gewöhnlich mehr als die Hälfte des Gewichtes der Masse aus. Daraus folgt, dass das Steinzeug im Porcellanofenfeuer zusammenschmilzt und nur bei weit niedrigerer Temperatur gebrannt werden kann. Da die Masse zum Theil aus plastischem Thone besteht, so ist sie weit bildsamer als die Porcellanmasse. Demnach ist das Steinzeug als ein Ersatzmittel für das Porcellan zu betrachten, dessen grössere Wohlfeilheit in der Leichtigkeit beruht, mit welcher es geformt und gebrannt werden kann, während es mit dem Porcellan die Eigenschaft der Undurchdringlichkeit für Flüssigkeiten theilt.

Das weisse oder gefärbte unglasirte Steinzeug oder Wedgwood besteht in der Masse aus plastischem, weniger feuerbeständigem Thone, Kaolin, Feuerstein und Cornish stone, letzterer bis zur Hälfte des Ganzen, ist weit leichtflüssiger als Porcellan und erfordert daher einen geringern Hitzegrad zum Brennen. Das farbige Steinzeug ist grösstentheils von derselben Grundmasse als das weisse feine Steinzeug, wird aber entweder in der ganzen Masse, oder nur oberflächlich durch eine Belegung mit einer Schicht von sogenannten Angussfarben gefärbt. Man wendet das Angiessen besonders bei den blauen und grünen Massen an, deren Preise bedeutend gesteigert werden würden, wenn man die ganze Masse färben wollte. Sehr häufig bringt man Verzierungen durch aufgelegte Reliefs von anders gefärbter Thonmasse an. Die gefärbten Wedgwoodwaaren sind unter dem Namen Aegyptian, Bamboo, Basaltgut, Biscuitgut, Jaspisgut u. s. w. bekannt.

Gemeines Steinzeug. Das gemeine Steinzeug gehört ebenfalls noch zu den Thongeschirren mit verglaster Masse, deren halbgeflossener Zustand jedoch nicht durch einen Flusszusatz hervorgebracht, sondern nur durch eine stärkere Einwirkung des Feuers auf die nicht vollständig feuerbeständige Thonmasse bewirkt wird. Die Zusammensetzung der Masse ist weit einfacher als bei dem feinen Steinzeug und Porcellan und besteht hauptsächlich aus plastischem Thone, zum Theil mit einem Gemengtheile, der sich im Feuer wenig oder nicht zusammenzieht und die Schwindung des Thones vermindert, z. B. feinem Sand oder gemahlenen Scherben von gebranntem Steinzeug. Geschirre aus Steinzeug vertragen plötzlichen Temperaturwechsel sehr schlecht und eignen sich deshalb nicht als Kochgeschirre, dagegen sind sie

vortrefflich, wenn es sich um besondere Reinhaltung und eine gewisse chemische Beständigkeit der Masse oder um eine beträchtliche Stärke handelt. Daher ihre Anwendung zu Mineralwasserkrügen, Säureflaschen, Gefässen zu chemischem und pharmaceutischem Gebrauche, Milchnäpfen, Wassereimern, Gefässen zum Einmachen der Früchte in Essig und Salz, zum Aufbewahren von Schmalz u. s. w. Die Farbe des gemeinen Steinzeuges ist meistens grau.

Die hohe Temperatur, bei welcher das gemeine Steinzeug gebrannt wird, und die Art der Zusammensetzung der Masse bewirkt schon an und für sich eine Verglasung, weshalb eine Glasur gerade nicht nothwendig ist. Dort, wo sie angebracht wird, dient sie mehr zur Hebung des Ansehens als der Brauchbarkeit. Am häufigsten ist die Glasur ein blosser Anflug oder Lüster mit Hülfe von Kochsalz erzeugt.

Man führt das Glasiren dadurch aus, dass man während des Brennens Kochsalz in den Brennofen wirft. Das Glasiren wird erst gegen das Ende des Brandes vorgenommen, nachdem die Temperatur im Ofen ihr Maximum erreicht hat, das zur Verflüchtigung des Kochsalzes nothwendig ist. In dem liegenden Ofen sind eine Anzahl von Oeffnungen in dem Gewölbe angebracht, durch welche die Arbeiter das Kochsalz einwerfen. Nach dem Einbringen des Kochsalzes verschliesst man die Oeffnungen einige Zeit lang, worauf die zweite Hälfte Kochsalz eingebracht wird. Die Kieselerde zersetzt das Kochsalz bei Gegenwart von Wasserdämpfen in Salzsäure und Natron, mit welchem sie sich verbindet. Die auf der Oberfläche der Steinzeuggeschirre entstehende Glasur besteht demnach aus kieselsaurem Thonerde-Natron. Nach Leykauf's Beobachtungen zersetzen Thone von mehr als 50 pCt. Kieselerde das Kochsalz um so besser, je mehr Kieselerde sie enthalten.

Ein Ofen von mittlerer Grösse verlangt etwa 80—100 Pfd. Kochsalz; die Töpfer ziehen die unreinen Sorten desselben dem reinen Salze vor. Die so erhaltene Glasur ist fast farblos und die Geschirre zeigen dann die Farbe ihrer Masse. Die auf gewissen Steinzeugsorten wahrnehmbare ungleiche Farbe, die auf der einen Seite dunkel und fast kastanienbraun ist, während sie auf der entgegengesetzten in ein blasses Graubraun übergeht, wird dadurch hervorgebracht, dass man sofort nach dem Eintragen des Kochsalzes Birkenrinde in das Feuer wirft, welche russige Verbrennungsgase entwickelt.

Lackirte Thonwaaren. Unter dem gleichbedeutenden Namen Terralith und Siderolith werden im nördlichen Böhmen und zu Wallerfangen bei Mainz Thonwaaren verfertigt, welche zwischen Steinzeug, Steingut und gewöhnlicher Töpferwaare in der Mitte stehen, aber mit keiner Glasur, sondern mit einem starken, einfach gefärbten oder bronzirten Firnissüberzug versehen sind. Solche Geschirre können, da die Farbe der Masse durch die Lackirung versteckt wird, aus gefärbten Thonen hergestellt werden, welche man genau so wie die Masse in den Steingutfabriken behandelt. Vorzugsweise werden Leuchter, Becher, Krüge, Blumenvasen, Blumenampeln, Körbe, Schreibzeuge, Butterdosen, Fruchtkörbe, Basreliefbilder und verschiedene Nippsachen aus dieser Thonmasse geformt, getrocknet und in Kapseln in gewöhnlichen Brennöfen scharf gebrannt. Von der Verfertigung der Masse an bis zum Trocknen des Geschirres wendet man grosse Sorgfalt an, um an der Waare, auf welche viel Arbeit und Kunst verwendet wurde, möglichst wenig zu verlieren. Farben und Bronze werden mit Bernsteinfirniss angerührt und mit Terpentin- oder Leinöl verdünnt mit Pinseln auf die Waare aufgetragen und letztere nun in Muffeln einem schwachen Feuer ausgesetzt, welches eben nur die Verdunstung der den Farben und dem Lack zugesetzten ätherischen Oele bezweckt, daher die Terralithwaaren mit getrocknetem Firnissüberzuge aus dem Ofen kommen.

Die Fayence.

Fayence. Die Fayence hat ihren Namen von der Stadt Faënza im Kirchenstaate, wo derartige Gefässe vorzugsweise gefertigt wurden. Im 9. Jahrhundert verfertigten die Araber in Spanien schon Fayence, von dort kam sie nach Majorka,

woher auch der Name Majolika für Fayence stammen soll. Die Masse der zu der Fayence zu rechnenden porösen Thonwaaren ist erdig, an der Zunge hängend, undurchsichtig, von mehr oder weniger lockerem Gefüge und wenig oder nicht klingend. Sie besteht wesentlich aus plastischem Thone oder einem Gemenge von diesem mit gemeinem Töpferthone. Sie unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Töpfergeschirr ausser durch die Anwendung feinerer Materialien auch durch weit sorgfältigere mechanische Bearbeitung. Man unterscheidet feine weisse und gemeine emaillirte Fayence. Die feine Fayence (Halbporcellan) besteht in der Masse wesentlich aus plastischem Thone, versetzt mit gemahlenem Quarz oder Feuerstein, mit Kaolin oder Pegmatit, also feldspathigen Gemengtheilen. Die Gemengtheile der feinen Fayence sind so beschaffen, dass sich die Masse vollkommen oder fast weiss brennt; sie erhalten stets eine durchsichtige farblose Glasur, so dass die Farbe der Geschirre die durch die Glasur hindurchgehende Farbe der Masse ist. Die Massen der in den verschiedenen Ländern mit dem Namen Fayence bezeichneten Geschirre verhalten sich im Feuer sehr verschieden; einige sind strengflüssig und gar nicht schmelzbar und vertragen einen hohen Hitzegrad beim Brennen, andere sind dagegen schmelzbar und können nur bei verhältnissmässig niederer Temperatur gebrannt werden. Die Zusammensetzung der Glasur ist daher je nach der Natur der Masse und der Bestimmung des Geschirres eine sehr verschiedene.

Die gemeine emaillirte Fayence besteht der Masse nach aus einem Gemenge von Töpferthon oder plastischem Thon, Mergel (Thon mit kohlensaurem Kalk) und Quarz oder Quarzsand. Charakteristisch für ihre Masse ist ein Gehalt von 15—25 pCt. Kalk, der bei der niederen Temperatur, bei welcher die gemeine Fayence gebrannt wird, seine Kohlensäure nur zum Theil verliert. Die gemeine Fayence lässt sich daher leicht von anderen Thonwaaren dadurch unterscheiden, dass sie im gargebrannten Zustande, mit Säuren übergossen, aufbraust. Ihr Gefüge ist locker und erdig, ihre Farbe in Folge eines Eisenoxydgehaltes von 2—4 pCt. stark gelb, so dass die gemeine Fayence mit einer undurchsichtigen Glasur (einem Email), aus Zinnoxyd, Bleioxyd, Alkalien und Quarz bestehend, überzogen werden muss. In dem hohen Eisenoxyd- und Kalkgehalt der Masse liegt der Grund, warum dieselbe bei einer verhältnissmässig niedrigen Temperatur gebrannt werden muss, da sie bei hohen Hitzegraden zu einer Schlacke zusammenschmelzen würde.

Die Fayence wird ebenso wie das Porcellan zweimal gebrannt und zwar das erste Mal ohne, das zweite Mal mit Glasur. Bei der Fayence ist aber der erste Brand der stärkste, beim Porcellan dagegen der zweite.

Das Brennen der Fayence erfolgt in Kapseln oder Casetten, welche man mit lufttrockner Waare füllt und dann säulenförmig übereinander stellt, so dass der Boden der nächstfolgenden Kapsel der vorhergehenden als Deckel dient. Die Verbindungsstelle von je zwei Kapseln wird mit fettem Thon verstrichen. Beim Hartbrennen kann man, weil die Fayence beim Brennen nicht erweicht und verschmelzen kann, mehrere Stücke unmittelbar aufeinander in eine einzige Kapsel stellen. Die einzelnen Stücke bedürfen nur einer Unterstützung an wenigen Punkten, wozu die sogenannten Pinnen (kleine dreiseitige Prismen aus unglasirtem Thone) benutzt werden, auf denen die in die Kapseln eingesetzten Stücke mit der Unterseite ruhen. Da die Pinnen die Glasur nur an wenigen Punkten berühren, so machen diese an derselben eine kaum bemerkbare trockne Stelle. Anstatt der Kapseln wendet man auch häufig oben und unten offene Cylinder (Koken) an, in welchen man die zu brennenden Geschirre mit Hülfe von Pinnen befestigt.

Das hartgebrannte Fayencegeschirre wird sofort glasirt. Die mit Wasser zu einer dünnen Schlempe angerührte Glasur befindet sich in einem Kasten, in welchen die mit Glasur zu überziehenden Gegenstände einige Augenblicke getaucht werden. Die Materialien zur Glasur werden vorher zu einem Glase geschmolzen und dieses dann zu einem zarten Pulver gemahlen, wie erwähnt, in Gestalt von Schlempe aufgetragen. Das Material für die Fayenceglasur ist Feldpath und in England Cornish stone, ferner Feuerstein, Schwerspath, Sand,

Borax und Borsäure, Krystallglas; Soda und Natronsalpeter, Bleiglätte, Bleiweiss, Mennige und Smalte. Die Zusammensetzung dieser Glasuren ist daher gewöhnlich eine sehr complicirte, aber als wesentlichen Bestandtheilen stets aus Kieselsäure, Borsäure, Thonerde, Bleioxyd und Alkali zusammengesetzt.

In neuerer Zeit wendet man in England mit vielem Vortheil bei der Bereitung der Glasur den aus Peru eingeführten natürlichen borsauren Kalk an. Im Allgemeinen dient der Bleizusatz, die erforderliche Leichtflüssigkeit der Glasur hervorzubringen, während man zugleich durch den Feldspath (theils durch dessen Kieselerde, indem sich kieselsaurer Kalk bildet, theils durch dessen Thonerde) der Weichheit und Leichtritzbarkeit abzuhelfen sucht, welche sonst die Blei-Alkaligläser charakterisirt.

Verzieren der Fayence.

Zur Verzierung der Fayence wendet man an 1) das Bemalen, 2) das Angiessen, 3) das Bedrucken, 4) das Lüstriren. Das Bemalen geschieht gewöhnlich mit dem Pinsel und zwar theils unter, theils auf der Glasur; da bei dem Aufbrennen der Glasur die Temperatur bei weitem nicht die des Porcellanbrennofens erreicht, so können die meisten Fayencefarben unter der Glasur aufgetragen werden. Kunstgerechte Malerei mit dem Pinsel ist jedoch bei der Fayence nicht am Platze. Ebenso wie beim Glase bilden Chromoxyd, Kobaltoxyd, Eisenoxyd, Antimonoxyd u. s. w. die Farbstoffe. Die rosen- und purpurrothen Färbungen, die man bei dem Porcellan mit Goldpräparaten erzielt, waren lange Zeit von der Fayencemalerei ausgeschlossen, bis man in England die Pink-colour (Nelkenfarbe) entdeckte, in welcher das Färbende Chromoxydul, dem auch die Pyropen ihre Färbung verdanken, zu sein scheint.

Man bereitet diese Farbe, indem man

Zinnsäure	100
Kreide	34
chromsaures Kali	3—4
Kieselerde	5
Thonerde	1

mit einander mischt und das Gemenge mehrere Stunden heftig glüht; die Masse erscheint schmutzig rosenroth; sie nimmt eine angenehmere Färbung an, wenn man sie nach dem Schlämmen mit Wasser wäscht, das mit etwas Salzsäure angesäuert worden ist.

Das Angiessen besteht darin, den Fayencegefässen innerlich oder äusserlich einen Ueberzug von verschieden gefärbter Masse zu geben, daher denn das Stück inwendig weiss, auswendig blau, roth und grün sein kann, während die Masse des Gefässes selbst keine von diesen Farben zu haben braucht. Die Massen, womit man angiesst, bestehen gewöhnlich aus fettem, mit Wasser zu einer Schlempe angerührtem Thon und färbenden Metalloxyden.

Das Bedrucken der Fayence geschieht vor dem Auftragen der Glasur und zwar meist in Schwarz, Blau oder Pinkcolour. Für Schwarz wendet man ein Gemenge von Hammerschlag, Braunstein und Kobaltoxyd, oder Chromschwarz an, für Blau Kobaltoxyd, welches man, je nach der helleren oder dunkleren Farbe, die man erzielen will, mit Feuerstein und Schwerspathpulver versetzt; das Gemenge wird gefrittet, die Fritte dann gemahlen und mit einem Fluss aus gleichen Theilen Flintglas und Feuerstein bestehend, versetzt. Die auf eine Kupfer- oder Stahlplatte geätzte oder gravirte Zeichnung wird mit der mit abgekochtem Leinöl abgeriebenen Farbe auf feines und weiches Papier abgedruckt, welches, um das Eindringen des Leinöles zu verhüten, vorher mit Leinsamenschleim getränkt wird. Die abgedruckte Zeichnung wird auf die verglühte Waare gebracht und vorsichtig mit einem Stück Filz oder Schwamm angedrückt. Die Geschirre werden einige Zeit lang in Wasser gestellt und dann das erweichte Papier abgezogen, wobei die farbige Zeichnung auf dem Thon sitzen bleibt. Da bei dem darauf folgenden Glasiren diejenigen Stellen, wo die ölige Zeichnung sich befindet, keine Glasur annehmen würden, so glüht man die mit Zeichnungen versehenen Geschirre; dadurch wird einerseits das Oel der Druckfarbe zerstört, andererseits die Farbe durch Fritten so weit befestigt, dass sie während des Glasirens auf nassem Wege nicht mehr beschädigt werden kann.

Da die zum Druck benutzten Kupfer- oder Stahlplatten sich durch die scharfen Theilchen der Glasflüsse äusserst schnell abnutzen, so ist man auf eine andere Methode des Abdruckens geführt worden, bei welcher dieser Uebelstand beseitigt ist. Man reibt nämlich die erwärmte Platte, deren Zeichnung abgedruckt werden soll, mit dick eingekochtem Leinöl und wenig Terpentinöl ohne Farbe ein und druckt dann auf ein feuchtes Blatt von Gelatine ab. Ist dies geschehen, so legt der Arbeiter die Gelatinetafel auf eine Tischplatte und rollt z. B. eine Tasse, auf welche die Zeichnung abgedruckt werden soll, langsam darüber, worauf der Firniss auf das Geschirr übergedruckt wird. Man bestäubt den Abdruck mit der fein gepulverten Farbe, lässt ihn trocknen und nimmt mit Baumwolle oder einem weichen Pinsel

die lose Farbe auf, die nun da haftet, wo der Firniss aufgetragen worden ist; hierauf wird die Farbe unter der Muffel eingebrannt.

Flowing colours. Eine sehr häufig auf Fayence angewendete Verzierung sind die *Flowing colours*. Das damit versehene Geschirr zeigt sehr kräftige und satt dunkelblaue Zeichnungen, welche ausgeflossen sind und sich so in den weissen Grund verlaufen, dass auch dieser einen bläulichen Schein bekommt. Die völlig undurchsichtige Waare erhält dadurch den Anschein, als ob sie durchscheinend sei und dadurch ein porcellanähnliches Aussehen. Man druckt die Kobaltoxydzeichnung auf das Geschirr wie gewöhnlich auf und glasirt dann. Das Glattbrennen geschieht in Kapseln, deren innere Seite mit einem Gemenge von Chlorcalcium, Chlorblei und Thon bestrichen ist, oder man stellt das Gemenge neben das Geschirr in den Kapseln in kleinen Tiegeln. Das Kobaltoxydul wird durch die sich verflüchtigenden Chloride (Chlorcalcium, Chlorblei) in Chlormetall verwandelt und zum Theil verflüchtigt und setzt sich gleich einem Nebel auf dem Geschirre ab.

Lüster. Eine sehr angenehme Verzierung der Fayence wird dadurch hervorgebracht, dass man derselben einen höchst zarten metallischen Anflug, Lüster, giebt, welcher seinen Glanz allein durch das Brennen erhält, während dickere Metallschichten den Glanz erst nach dem Brennen durch das Poliren erhalten.

Man unterscheidet 1) Goldlüster, 2) Platinlüster, 3) Kupferlüster, 4) Silberlüster, 5) Bleilüster.

Goldlüster. Je nach dem Glanze und der Dicke der Vergoldung unterscheidet man 1) Glanzvergoldung, 2) Goldlüster und 3) Burgoslüster.

Der Goldlüster wird häufig zum Verzieren von Fayence, hauptsächlich zum Ueberziehen ganzer Flächen gebraucht; er hat ein minder glänzendes Aussehen als die Glanzvergoldung, ein besseres und glänzenderes jedoch als der Burgoslüster. Alle Vorschriften zur Darstellung dieses Lüsters kommen auf die Anwendung von Schwefelgold oder Knallgold und Schwefelbalsam hinaus.

Der Burgoslüster ist nichts anders als Goldlüster, aber in sehr zarter Lage aufgetragen. Man benutzt ihn hauptsächlich zum Fondiren von Flächen, indem man zuerst Druck oder Malerei auf denselben anbringt, welche durch den Lüster ersichtlich bleiben. Dieser Lüster bedingt zugleich eine rosenrothe Färbung der Glasur und gewährt demnach den doppelten Effect von Farbe und Goldglanz.

Der Platinlüster wird durch Mischen von wasserfreiem Platinchlorid mit Lavendelöl oder einem andern ätherischen Oele, oder mit Schwefelbalsam erhalten. Man wird auch dazu den Platinsalmiak und die sogenannten Platinbasen anwenden können.

Der Silberlüster ist entweder gelber Lüster oder Cantharidenlüster, letzterer vom Ansehen der Flügeldecken der spanischen Fliegen oder Canthariden. Salvétat glaubt, dass Chlorsilber, ähnlich wie das Goldpräparat obigen Flüssigkeiten einverleibt, angewendet werden könne, um einen metallisch glänzenden gelben Lüster zu erzeugen. Es ist unerlässlich, den Gegenstand nach dem Auftragen des Lüsters in einer reducirenden Atmosphäre zu brennen. Der Canthäridenlüster ist dem gelben Lüster gleich zusammengesetzt, der einzige Unterschied besteht darin, dass letzterer auf weisses, ersterer auf blaugefärbtes Geschirr aufgetragen wird. Die Ueberlagerung des blauen Grundes mit dem gelben Lüster giebt eine sehr angenehme grünliche Färbung. Applicirt man den gelben Lüster auf verschieden gefärbten Grund, so lassen sich mannigfache und reiche farbige Lüster herstellen.

Der Kupferlüster zeigt dasselbe Ansehen und das nämliche röthliche und gelbliche Farbenspiel wie der Burgoslüster. Man findet ihn häufig auf gewöhnlicher spanischer Fayence und auf gewisser Majolika aus dem Zeitalter des Georgio. Die äusserst dünne färbende Schicht ist vielleicht durch kieselsaures Kupferoxydul gebildet.

Mit dem Namen Bleioxyd- oder Bleilüster bezeichnet man jene in Regenbogenfarben spielende, glänzende Färbung, welche gewisse mit Bleiglasur überzogene Thongeschirre zeigen. Diese Geschirre wurden während des Brennens der Einwirkung von reducirenden Dämpfen ausgesetzt, welche wahrscheinlich zu gleicher Zeit auch auf das in der Masse enthaltene Eisenoxyd wirken. Setzt man zu der Bleiglasur Chlorsilber, so wird auch dieses reducirt und es entstehen prächtige Lüster von Goldgelb bis Silberweiss je nach der Menge des Silbers.

Etruskische Vasen. Die etruskischen Vasen der alten Römer schliessen sich der Fayence an, sie sind aus eisenhaltigem, mit Quarz versetztem Thon geformt, nur leicht gebrannt, bald unglasirt, bald mit einer leichtflüssigen Glasur bedeckt. Sie zeichnen sich durch die Schönheit ihrer Formen aus und scheinen mehr zur Zierde und zur Aufbewahrung trockener Gegenstände (Graburnen, Thränenkrüge, Opferschaalen, Lampen, Götterbilder) als von Flüssig-

keiten gedient zu haben. Hierher gehört auch die Delftwaare, welche im 17. Jahrhundert von den Holländern geliefert wurde.

Thönerne Pfeifen.

Thönerne Pfeifen. An die Fayencefabrikate schliessen sich die thönernen Pfeifen an, deren Fabrikation manches Eigenthümliche darbietet. Man verwendet zu ihrer Fabrikation Pfeifenthon, der eine schöne weisse Farbe haben, keine Eisentheile, keinen Sand und keinen kohlensauren Kalk enthalten und sich weissbrennen soll. Ist man genöthigt, einen sich etwas gelblich brennenden Thon zu verwenden, so erzeugt man im Ofen zu einem gewissen Zeitpunkt einen dicken Rauch, dessen Kohlenstoff das Eisenoxyd des Thones, von welchem die gelbe Farbe herrührt, zum Theil reducirt, wodurch die gelbliche Farbe zerstört wird. Um die Pfeifen zu formen, wird ein Stück Thon mit einem Brett (dem Roller) auf einem glatten Brette gerollt und dadurch in dünne Walzen (Weller oder Welger), verwandelt, welche an dem einen Ende weit dicker als an dem andern sind oder einen Klumpen haben, aus welchem der Kopf der Pfeife gebildet werden soll. Die Walzen werden hierauf getrocknet, bis sie hinlänglich geschmeidig sind, und sodann mit einem starken Draht aus Messing (Weiserdraht) bis an den Kopf durchbohrt. Nachdem dies geschehen, legt ein Arbeiter (der Former oder Kastner) die Walze in eine mit Leinöl bestrichene messingene Form, welche einem Pfeifenfutterale gleicht und aus zwei Hälften besteht. Der dicke Theil der Walze kommt in den ausgehöhlten Kopf. Die beiden Hälften der Form werden fest zusammengeschraubt, wodurch der überflüssige Thon aus der Form herausgepresst und der Stiel der Pfeife rund und gleichförmig wird; darauf zieht man den Weiserdraht etwas zurück und bohrt mit Hülfe eines mit Leinöl bestrichenen Kegels, welcher genau die Grösse der Aushöhlung hat, den Kopf aus, hebt die Pfeife mittelst des Weiserdrahtes aus der Form, befreit sie mit Messern oder Haken von allen Anhängseln und beschneidet sie an der Mündung des Rohres. Alsdann glättet ein neuer Arbeiter mittelst einer Glasröhre oder eines Stückes Achat oder Feuerstein. So weit fertig gebildet, werden die Pfeifen zuerst auf Trockenbrettern getrocknet und dann gebrannt. Die Kapseln, in denen die Pfeifen gebrannt werden, haben gewöhnlich die Gestalt hohler Walzen und sind in der Mitte mit einer Lehre versehen, an welcher die Pfeifen (gewöhnlich 12 Dutzend) mit ihren aufgerichteten Stielen pyramidenförmig zusammenstossen, und werden oben mit einem Ring geschlossen. Häufig sind auch die Kapseln längliche Thonkästen, in welche die zu brennenden Pfeifen abwechselnd mit Lagen von Pfeifenscherben gelegt werden, damit sie sich nicht werfen. Zuweilen brennt man die Pfeifen auch ohne Kapseln.

Um den Pfeifen an der Spitze die Porosität zu benehmen, in deren Folge sie an den feuchten Lippen haften, reibt man sie an der Spitze mit einer Mischung von Seife, Wachs und Leimwasser ein.

Kühlkrüge oder Alcarrazas.

Kühlkrüge. Zu den nicht glasirten thönernen Gefässen gehören die Kühlkrüge oder Alcarrazas; sie haben eine vasenähnliche Gestalt, sind gewöhnlich $1^1/_2$ Fuss hoch und haben die Bestimmung, Flüssigkeiten, besonders Wasser, abzukühlen. Füllt man ein solches Gefäss mit Wasser, so sickert ein Theil der Flüssigkeit durch die Poren der Wände und verdunstet an der äusseren Fläche. Die zur Verdunstung nöthige Wärme wird theilweise dem Wasser in dem Gefässe entzogen, wodurch die Temperatur desselben um mehrere Grade sinkt. Nach Sallior sollen

sie eine Abkühlung von 15° bewirken, in Sèvres angestellte Versuche ergaben nur eine Abkühlung von 3—5°. Die Porosität dieser Gefässe wird theils durch schwaches Brennen, theils durch Beimengung von Substanzen, die beim Brennen zerstört werden, theils auch durch Zusatz von Kochsalz, das nach dem Brennen ausgelaugt wird, hervorgebracht. In Frankreich stellt man diese Kühlkrüge unter dem Namen Hydrocérames dar. Im englischen Handel kommen Wein- und Butterkühler (*aegyption wine and butter cooler*) vor, deren Masse aus blos verglühtem Thone, der sich sehr porös brennt, besteht. Die Gefässe werden vor dem Gebrauche $^1/_2$ Stunde lang unter Wasser gestellt, um sie völlig damit ansaugen zu lassen. Die Kühlkrüge sind in den warmen Ländern seit langer Zeit bekannt und sehr wahrscheinlich in Ostindien viel länger als in Aegypten, Spanien und der Türkei. Bei den Seefahrern führen sie die Namen Gargouletten (leichte Flaschen), bei den Aegyptern Kolles, bei den Spaniern Alcarrazas; in allen Theilen der Levante werden dieselben Baldaques und auf den französischen Colonien Canaris genannt. Die Kühler sind in China, Persien, Syrien, Kleinasien und Aegypten ebenso allgemein als bei den orientalischen Seefahrern in Gebrauch, und wahrscheinlich wurden sie durch die Araber nach Spanien verpflanzt. Die grosse Thonwaarenfabrik zu Kenneh in Oberägypten liefert Kühler für das ganze Land. Eines der Mitglieder der gelehrten Commission, welche die Expedition unter Bonaparte nach Aegypten begleitete, hat den zu den Kühlern verwendeten mergelartigen Thon nach Frankreich gebracht, worauf Fourmy ähnliche Gefässe herstellte. In Bengalen bereitet man Kühlgefässe aus dem Schlamme des Ganges.

Das gemeine Töpfergeschirr.

Gemeines Töpfergeschirr. Das gemeine Töpfergeschirr hat die Bestimmung, zu Zwecken der Kochkunst und der Haushaltung, namentlich den minder wohlhabenden Klassen zu dienen; es ist daher Wohlfeilheit die hauptsächlichste Rücksicht, die bei der Herstellung dieser Art Thonwaare zu nehmen ist. Aus diesem Umstande ergiebt sich, dass je nach den localen Verhältnissen ganz verschiedene Thonarten und zwar besonders diejenigen angewendet werden, die leicht und in der Nähe zu haben sind, daher die vorherrschende Benutzung von Töpferthon und Thonmergel, wo man nicht über bessere Thonsorten verfügen kann. Für die sogenannte Weisstöpferei, welche die Herstellung von gewöhnlichem Küchengeschirr zur Aufgabe hat, wendet man gewöhnlich den gemeinen Töpferthon an, für die Brauntöpferei, zu welcher das Bunzlauer und Waldenburger Geschirr gehört, benutzt man dagegen einen ziemlich feuerbeständigen Thon.

Die in der Natur vorkommenden Thonarten sind in der Regel zu fett, als dass sie allein und ohne Zusatz einer anderen Substanz zur Herstellung der Töpferwaare benutzt werden könnten. Man findet zwar zuweilen deren, die sich nach dem Durchtreten und Durcharbeiten im natürlichen Zustande verarbeiten lassen; diese Thone, die im Allgemeinen selten vorkommen, enthalten schon an und für sich Sand oder eine andere magere Substanz. Wo derartige Thone nicht vorkommen, ist man genöthigt, zu dem Thon Sand zu setzen, welcher den Zusammenhang der Thontheilchen unter einander verhindert. Ausser dem Sand wendet man hierzu an Feuerstein, Kreide, Charmotte und Steinkohlenasche.

Das Töpfergeschirr wird auf der Drehscheibe geformt, der gedrehte Gegenstand wird von der Scheibe entfernt, lufttrocken gemacht und dann glasirt. Die gegenwärtig übliche Bleiglasur war den Alten unbekannt.

Die Masse des gewöhnlichen Töpfergeschirres ist fast nie weiss oder gelblich,

sondern meist braunroth, die Glasur nie wie Email, sondern stets durchsichtig und zwar theils zufällig, theils absichtlich gefärbt. Da die in Frage stehenden Thonwaaren theils in Folge der Leichtschmelzbarkeit ihrer Masse, theils auch zur Verminderung der Produktionskosten bei schwachem Feuer gebrannt werden, so muss die Glasur entsprechend leichtflüssig sein. Eine solche Substanz ist nun die Bleiglasur, ein Thonerde-Bleiglas, welches in den meisten Gegenden Deutschlands aus Bleiglanz (Glasurerz, alquifoux) und Lehm (Thon und Sand) zusammengesetzt ist. Die Materialien werden auf einer Handmühle mit Steinen (Glasurmühle), von ähnlicher Construction wie die Getreidemühle, fein gemahlen und gemengt.

Während des Brennens wird der Bleiglanz geröstet, der Schwefel entweicht als schweflige Säure, und das durch Rösten entstandene Bleioxyd tritt mit der Kieselerde und der Thonerde des Lehmes (oder eines Gemenges von Sand und Thon) zu kieselsaurer Bleioxyd-Thonerde zusammen. Wegen des grossen Eisenoxydgehaltes des Lehmes oder Sandes ist diese Glasur stets gefärbt.

Das Glasiren der lufttrockenen Waare geschieht auf dreifache Weise, entweder durch Eintauchen oder durch Begiessen oder durch Bestauben. Durch Eintauchen lassen sich ohne Gefahr für das Geschirr nur verglühte Gegenstände glasiren; stände auch diesem Verfahren die Nothwendigkeit des vorläufigen Verglühens im Wege, so ist es doch aus Rücksichten für die Arbeiter nicht zu empfehlen, weil die Hände mit der bleihaltigen Glasur in Berührung kommen. Darum wendet man häufig die Methode des Begiessens zum Glasiren der Thongeschirre an. Soll ein Geschirr durch Bestauben glasirt werden, so taucht man es zuerst in eine Schlempe aus fettem Thon und übersiebt es dann mit dem feingemahlenen Glasursatze; dieses Verfahren ist für den Glasurarbeiter von grösstem Nachtheil, weil dabei das Einathmen von Bleitheilchen nicht umgangen werden kann. Damit das Geschirr nicht an die Unterlauge anschmelze, muss die Glasur am äusseren Boden der Geschirre sorgfältig entfernt werden.

Wenn das Bleioxyd im richtigen Verhältniss zur Kieselerde des Thons oder Lehms angewendet wurde, so ist das entstehende Bleiglas in den gewöhnlichen, in der Haushaltung vorkommenden organischen Säuren nicht löslich und die Bleiglasur durchaus zu empfehlen. Ist hingegen ein Theil des Bleioxydes mit der Kieselerde nicht gehörig verbunden, so kann der Fall eintreten, dass ein Theil des Bleies sich schon im heissen Essig löst. So hat Erlenmeyr bei der Untersuchung von Glasur verschiedener Arten von Thongeschirr gefunden, dass die Mengen auflöslichen Bleioxydes in der Glasur des Töpfergeschirres nicht immer so unerheblich sind, als man bisher geglaubt hat, und dass schon sehr verdünnter Essig dessen Lösung bewirkt. Die Benutzung von mit solcher Glasur versehenem Geschirr ist offenbar nicht unbedenklich. Obwohl es wünschenswerth wäre, eine wohlfeile bleifreie Bleiglasur herzustellen, welche die Vorzüge der Bleiglasur hätte, so ist doch nicht zu verkennen, dass die Nachtheile der Bleiglasur häufig zu grell geschildert worden sind. Alle Nachtheile würden vollkommen verschwinden, wenn der Töpfer seine Waare, die er unvollkommen gebrannt aus dem Ofen zieht, nicht in den Handel brächte, sondern erst nochmals brennte, oder durch zweckmässigere Construction der Brennöfen in den Stand gesetzt wäre, den ganzen Einsatz oder doch den grössten Theil desselben vollkommen zu brennen, dann endlich, wenn der Töpfer bei der Zusammensetzung der Bleiglasur rationell verführe.

Es ist in neuerer Zeit die Zinkblende ZnS als Glasurerz anstatt des Bleiglanzes in der Töpferei empfohlen worden und zwar in Mischung mit Glaubersalz und Sand.

Die beim Schmelzen dieses Satzes stattfindende Reaction ist folgende:

Zinkblende	ZnS	geben	Zinkoxyd	ZnO
Glaubersalz	$3\ NaO,\ SO_3$		schweflige Säure	$4\ SO_2$
			Natron	$3\ NaO$

Die schweflige Säure entweicht und das Zinkoxyd-Natron tritt mit der Kieselerde des Sandes und der Thonerde der Masse zu einem zinkhaltigen Glase zusammen.

Die Steine aus Thon.

Steine aus Thon. Die Fabrikation der gebrannten Steine aus Thon beschäftigt sich mit der Herstellung von Backsteinen, Dachsteinen, Pflasterziegeln (Fliessen) und Terracotten. Nicht zu verwechseln mit den Backsteinen sind die in mehreren Gegenden gebräuchlichen, nicht gebrannten, sondern nur an der Luft getrockneten Ziegel, welche zu Mauerwerk verwendet und Lehmpatzen (Luftsteine, ägyptische Ziegel) genannt werden.

Zur bessern Uebersicht theilen wir das Kapitel, das von der Fabrikation der Backsteine handelt, in fünf Abschnitte, deren erster das zur Herstellung der Steine geeignete Material betrachtet, die übrigen vier Abschnitte handeln:

2) von der Bearbeitung des Thones,
3) von dem Streichen der Ziegel,
 α) mit der Hand,
 β) mit Hülfe von Maschinen,
4) von dem Trocknen der Ziegel,
5) von dem Brennen derselben.

Terracotta. Unter Terracottwaaren versteht man in der weitern Bedeutung des Wortes gebrannte, unglasirte Gegenstände von gelb- oder rothgebranntem Thone, demnach auch die Ziegel- und Backsteine; im engern Sinne braucht man dagegen nur den Namen Terra cotta, um zu Bildwerken und Bauornamenten (Thurmspitzen, Spitzbogenfenster, Portalverzierungen, Kreuzblumen, Rosetten etc.) bestimmte gebrannte Thongegenstände zu bezeichnen. Vor dem gehauenen Stein haben sie den Vorzug der mechanischen Vervielfältigung des künstlerischen Entwurfes durch blosse Handarbeit, und da sie hohl gefertigt werden, weit grössere Leichtigkeit voraus.

Das Ziegelmaterial. Nicht jeder Thon eignet sich zur Herstellung von Ziegeln, doch können gewisse Sorten, die an sich nicht dazu taugen, durch eine zweckmässige Zubereitung brauchbar gemacht werden. Obgleich man schon in den meisten Fällen aus der äusseren Beschaffenheit einer Thonart auf deren grössere oder geringere Anwendbarkeit zur Herstellung von Backsteinen einen Schluss ziehen kann, so ist es doch nothwendig, dass man Ziegel daraus formt und dieselben dann in einem bewährten Ziegelbrennofen brennt. Hierbei ist nicht zu übersehen, dass die Probeziegel an verschiedene Stellen des Ofens gebracht werden müssen, um das Verhalten derselben bei den verschiedenen Temperaturen des Ofens genau kennen zu lernen, da die Temperatur, bei welcher die Backsteine gebrannt werden müssen, von der Zusammensetzung des Lehms abhängig ist. Wo man die Wahl zwischen mehreren Thonarten hat, wird man natürlich stets jene wählen, welche dem Feuer am besten widersteht, die als nothwendig erscheinende Wohlfeilheit des Materials zwingt indessen die Fabrikanten von Backsteinen, häufig dasjenige Material zu wählen, dass am leichtesten und billigsten zu beschaffen ist. Es lassen sich aus sehr verschieden zusammengesetzten Thonen, namentlich was ihren Gehalt an kohlensaurem Kalk betrifft, Backsteine von der erforderlichen Beschaffenheit herstellen, vorausgesetzt, dass man beim Brennen die zweckmässigste Temperatur anwendete. Ein Ziegelthon, welcher viel kohlensauren Kalk enthält, lässt sich zwar bei einer weit niedrigern Temperatur, demnach mit geringerem Brennstoffaufwand brennen; den so erhaltenen Steinen geht indessen die erforderliche Festigkeit und Dauerhaftigkeit ab. Nicht selten kommen ferner im Thon vor: Glimmer, Feldspath, Eisenoxydhydrat, phosphorsaures Eisenoxyd, nebst vegetabilischen Ueberresten. Wenn diese Stoffe nicht in zu grosser Menge und gleichmässig vertheilt in dem Thon vorkommen, so sind sie nicht nachtheilig. Glimmer und Feldspath, sowie Eisenoxyd wirken als Flussmittel und sind daher bis zu einem gewissen Grade eher nützlich als schädlich, weil sie das Zu-

sammensintern der Masse beim Brennen befördern. Kieselgerölle, gröbere Stücken von kohlensaurem Kalk und Gypskrystalle sind der Anwendbarkeit eines Ziegelthones sehr hinderlich; die Gerölle zersprengen den durch das Brennen hart gewordenen Backstein, da sie ihr Volumen vergrössern, während der Thon sich zusammenzieht. Kalknieren und Gypskrystalle wirken noch nachtheiliger, da diese beim Brennen ihr Volumen verkleinern, daher später durch Anziehung von Kohlensäure und Wasser an Volumen beträchtlich zunehmen und dadurch den Mauerstein sprengen. Schwefelkies macht den Thon zur Fabrikation von Backsteinen ungeeignet, da das Eisensulfuret, welches nach dem Brennen in den Steinen enthalten ist, an der Luft in Eisenvitriol übergeht, der in kurzer Zeit auswittert und dadurch den Stein mürbe macht.

In den Niederlanden, in der Themse oberhalb London, an den Mündungen des Ganges und des Nils, verwendet man den Flussschlamm, der sich in der Nähe der Mündungen in den Flüssen und namentlich an den Stellen, wo Ebbe und Flut aufhören wirksam zu sein, absetzt und dort zur Bildung der Delta Veranlassung giebt, als Material für die Fabrikation von Backsteinen.

Vorbereitung des Thones.

Das Ausgraben des Thones aus den Thongruben erfolgt im Sommer oder Herbste, weil zu dieser Zeit der Thon meist weniger feucht und schwer und deshalb mit geringeren Kosten zu fördern ist. Der ausgegrabene Thon wird in einer nicht zu hohen Schicht ausgebreitet, und wenn es die Umstände erlauben, 1—2 Jahre im Freien liegen gelassen, damit Feuchtigkeit und Wärme, namentlich auch Frost auf ihn einwirken. Sehr vortheilhaft ist es, wenn er gehörig durchfriert und dann wieder aufthaut, da dadurch der Thon sehr aufgelockert wird. Der den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesene und wiederholt durchgearbeitete Thon wird nun eingesumpft. Zu diesem Zwecke bringt man denselben in Gruben von etwa 12 Fuss Länge, 6 Fuss Breite und 4 Fuss Tiefe und übergiesst ihn mit so viel Wasser, dass dasselbe etwa 2 Zoll darüber steht. Hier lässt man ihn mit Wasser sättigen und rührt ihn wiederholt um, wobei man von Zeit zu Zeit Wasser hinzugiesst. Sobald der Thon gehörig weich geworden ist, beginnt man mit dem Durchtreten auf dem neben dem Sumpfe (fosse) befindlichen, gedielten und mit Rändern eingefassten Tretplatz. Es wird zuerst eine 3—4 Zoll hohe Schicht Thon auf den Tretplatz gebracht und diese von den Arbeitern mit den Füssen durchtreten, wobei harte Körper, wie Kieselgerölle und Kalknieren, aus dem Thon entfernt werden; von Zeit zu Zeit wird die Masse umgeschaufelt und mit Wasser begossen. Auf die erste Schicht kommt eine zweite, auf letztere eine dritte u. s. f., bis endlich die Dicke der Schicht das Durchtreten unmöglich macht. Hier geschieht auch bei zu fettem Thon das Vermengen mit Sand, eine Arbeit, die, wenn es irgend möglich ist, umgangen werden muss, da sie das Fabrikat vertheuert. Am vortheilhaftesten ist es, wenn man neben zu fettem Thone einen mageren hat und diese beiden durch Durchtreten mit einander vermengt. Einen zu mageren Thon kann man, wenn man keinen fetten Thon zur Verfügung hat, durch Schlämmen von einem Theile seines Sandes befreien und ihn dadurch geeignet zur Backsteinfabrikation machen. Dieses Schlämmen geschieht auf zweierlei Weise. Nach der einen Art rührt man den Thon in der Sumpfgrube mit Wasser zu einer Art Schlempe an und lässt diese eine kurze Zeit in der Grube ruhig stehen, damit ein Theil des Sandes sich absetze, darauf bringt man den oberen thonigen Theil in eine andere Sumpfgrube und entfernt den sandigen Bodensatz aus der ersten Grube. Nach einem andern Verfahren bringt man den mageren Thon nach und nach in einen hölzernen Kasten, welcher an der Vorderseite mit Zapfenlöchern in verschiedener Höhe versehen ist, rührt den Thon durch Umrühren mit Wasser zu einem recht dünnen Brei an und lässt ihn sodann, je nachdem der dem Lehm beigemengte Sand gröber oder feiner ist, 2—5 Minuten ruhig stehen.

Nach Verlauf dieser Zeit öffnet man nach und nach die Zapfen und lässt das Thonwasser langsam in die Grube laufen, in welcher nach der Verdunstung des Wassers ein von Sand gereinigter, brauchbarer Thon zurückbleibt.

In London und überhaupt in England, wo die Backsteine fast das ausschliessliche Baumaterial sind und die Häuser von aussen sehr selten einen Abputz bekommen, reinigt man den Thon auf das sorgfältigste. Die den Alluvialablagerungen entnommenen Massen, welche in dem Becken von London über dem sogenannten London-clay liegen, werden durch einfache Schlämmvorrichtungen von beigemengten Feuer- und Kieselsteinen, Kalknieren u. s. w. befreit und nach Umständen mit Steinkohlencindern (ein Gemenge von kleinen Koksstückchen und Asche) oder mit Sand vermischt, angewendet.

Das Treten des Thones wird gegenwärtig häufig durch Knetmaschinen und Schlämmvorrichtungen ersetzt. Eine der einfachsten und bewährtesten Schlämmmaschinen ist die von Henschel in Cassel, bei welcher der Thon in einen hölzernen bedeckten Trog, in dessen Axe sich eine mit Rührarmen versehene Welle befindet, mit Wasser gegeben wird; durch die Bewegung der Welle zerdrücken die Arme den Thon und zertheilen ihn in dem Wasser zu einer Schlempe, welche man nun durch ein Sieb laufen lässt. Zuweilen bedient man sich zum Vorbereiten des Thones auch eines mit Steinen belasteten Karrens, dessen breite Räder von ungleichem Durchmesser sind und welcher auf der Trettenne von zwei ausserhalb derselben an einen Schwenkbaum gespannten Pferden herumgezogen wird. Indem die Räder des Karrens den Thon durchschneiden, wird derselbe gehörig durchknetet. Ein ganz verschiedenes Princip liegt der Thonpresse zu Grunde, welche einen festgebauten Kasten mit durchlöcherter oder gitterartiger Wand enthält; man füllt diesen mit nassem Thon und treibt dann mit Hülfe eines hineingepressten Stempels den Thon durch die engen, aber zahlreichen Wandöffnungen heraus, wobei alle gröberen Unreinigkeiten im Innern zurückgehalten werden. Diese Operation erfordert sehr grosse Kraft, zeigt sich aber höchst wirksam und hat deshalb zur Construction mehrerer etwas verschiedener Maschinen Veranlassung gegeben.

Das Streichen der Ziegel.

Das Streichen der Ziegel (Backsteine) mit der Hand ist eine sehr einfache Arbeit. Man wendet hierzu Formen von Holz oder von Gusseisen an, welche aber wegen des Schwindens der Backsteine beim Trocknen und Brennen grösser sein müssen als die herzustellenden Steine. Das Formen der Ziegel mit Hülfe von Maschinen hat, wenn es von Vortheil sein soll, mehr und billigere Arbeit zu leisten, als durch Handarbeit geleistet werden kann.

Alle seit einem halben Jahrhundert construirten Ziegelstreichmaschinen lassen sich auf folgende vier Arten von Maschinen zurückführen:

1) auf Maschinen, welche das Streichen der Ziegel mit der Hand nachahmen;

2) auf Maschinen, die das Formen durch eine ununterbrochene Kreisbewegung ausführen;

3) auf Maschinen, welche mit einer Form zum Ausstechen der Backsteine aus einem Thonkuchen versehen sind;

4) auf Maschinen, welche ein fortlaufendes Band aus Thon von einer Breite, die der Länge der Ziegelsteine entspricht, bilden und dieses Band mit Hülfe eines Messers oder eines Fadens in einzelne Steine zerschneiden.

Pressziegel.

Pressziegel sind durch Pressen mittelst eines fast trockenen Thones hergestellt, dessen natürliche Feuchtigkeit mehr als hinreichend ist, um durch den starken Druck, welchem der Thon unterworfen wird, den erforderlichen Zusammenhang zu erzielen. Es werden dadurch weit dichtere Steine erzeugt, die man, weil sie mehr Festigkeit besitzen, weit dünner streichen kann als die gewöhnlichen Ziegelsteine.

Das Brennen der Ziegel.

Das Brennen der Ziegel geht entweder in besonders dazu construirten Oefen (Brennöfen) oder in Feldöfen oder Meilern (Feldbrennerei) vor sich. Die bei uns üblichen Brennöfen sind entweder oben offen oder mit einem Gewölbe geschlossen, sie sind bald stehende, bald liegende Flammenöfen, sie sind theils auf Holz-, theils auf Torf und Steinkohlenfeuerung eingerichtet.

Von den vielfachen Constructionen von Ziegelbrennöfen seien einige der besseren als Beispiele angeführt. Fig. 124 stellt einen Etageofen vor, welcher auf Holzfeuerung eingerichtet ist; die drei über einander liegenden Räume *A*, *B* und *C* werden

nach einander geheizt, die Feuerung *D* (mit der Heizthüre *F*) giebt eine lange Flamme, welche durch eine durchbrochene Mauer vertheilt wird und dann in den Brennraum *A*

Fig. 124.

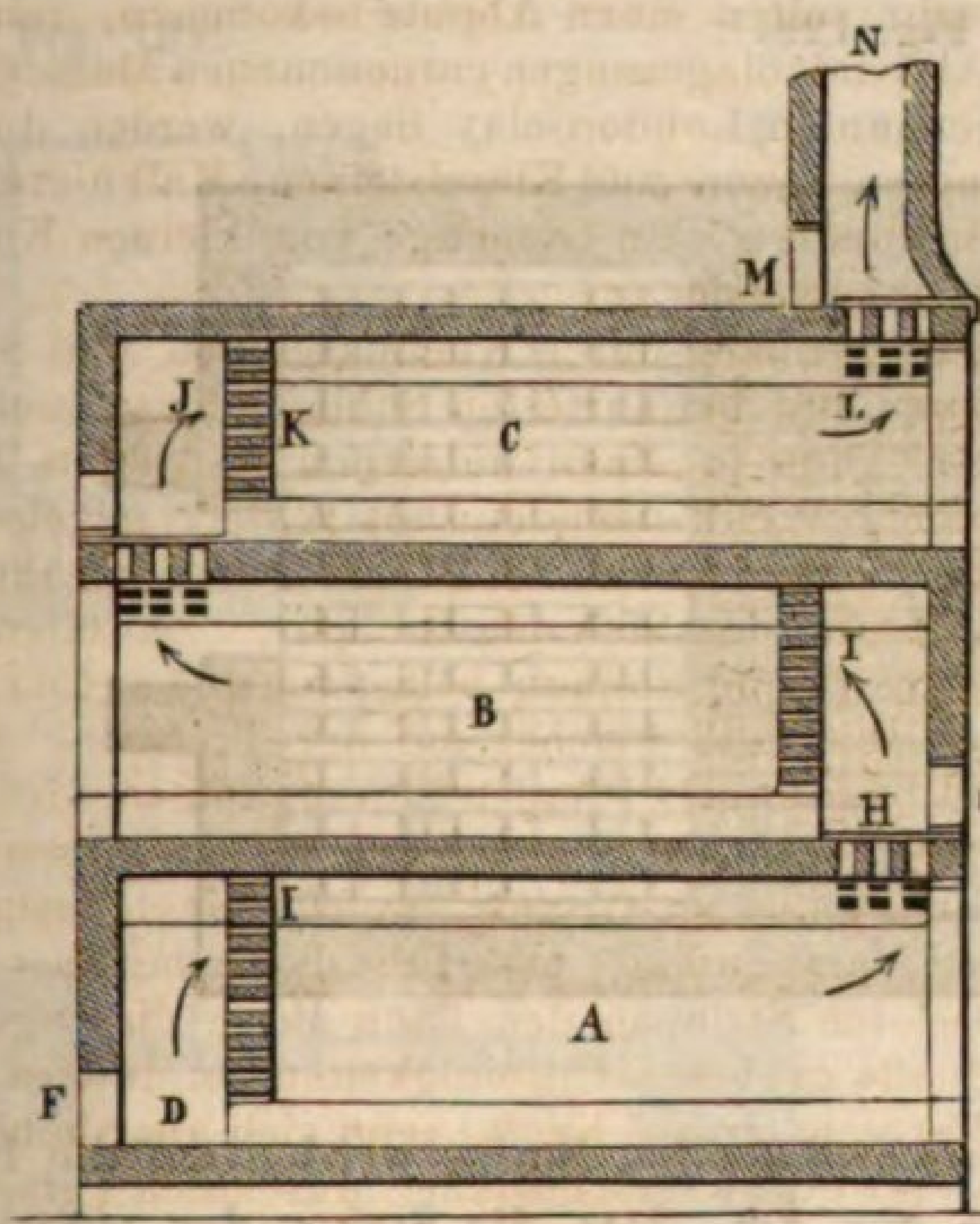
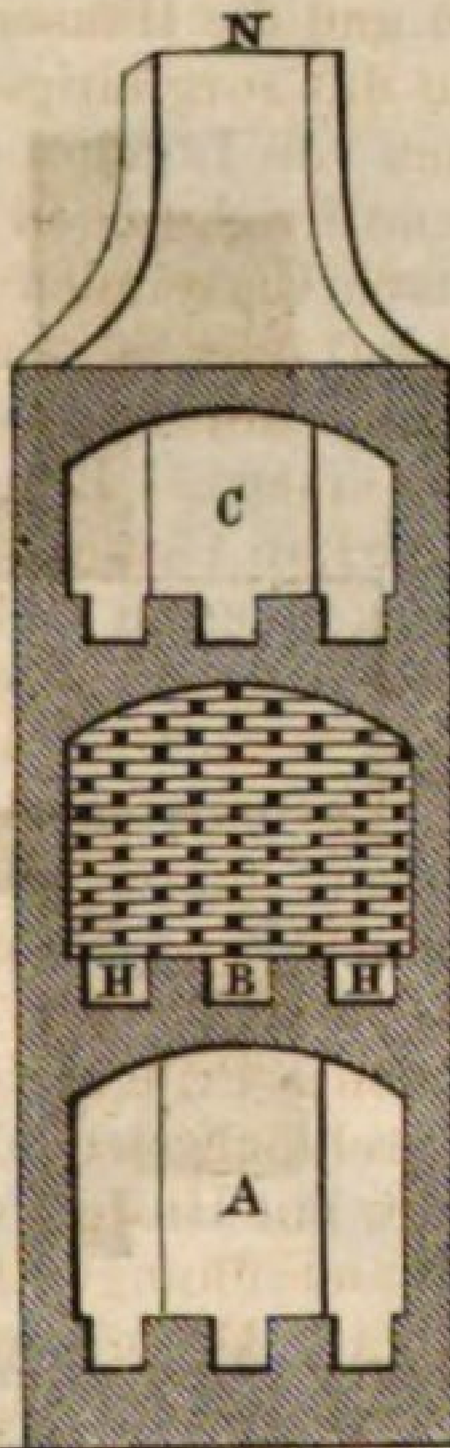


Fig. 125.



und von da durch Oeffnungen in die Feuerung *H* tritt, welche durch die Heizthüre *G* unterhalten wird; die Verbrennungsprodukte werden wieder durch die durchbrochene Mauer *J* zertheilt und gelangen in die oberste Etage *C*. Das Brennen selbst wird durch die Höhe des Schornsteins *N* regulirt, welcher sich mit der Höhe der in Brand gesetzten Etage vermindert. Fig. 125 zeigt einen Längendurchschnitt des Ofens nach der schmalen Seite und von der Feuerung *H* aus gesehen. Fig. 126 einen Horizontaldurchschnitt in der Höhe der Sohle der mittleren Etage. Diese Ofenconstruction gewährt eine beträchtliche Brennmaterialersparniss, da man das zum Brennen der in den Abtheilungen *B* und *C* befindlichen Backsteine erforderliche Vorfeuer vermeiden kann.

Fig. 126.

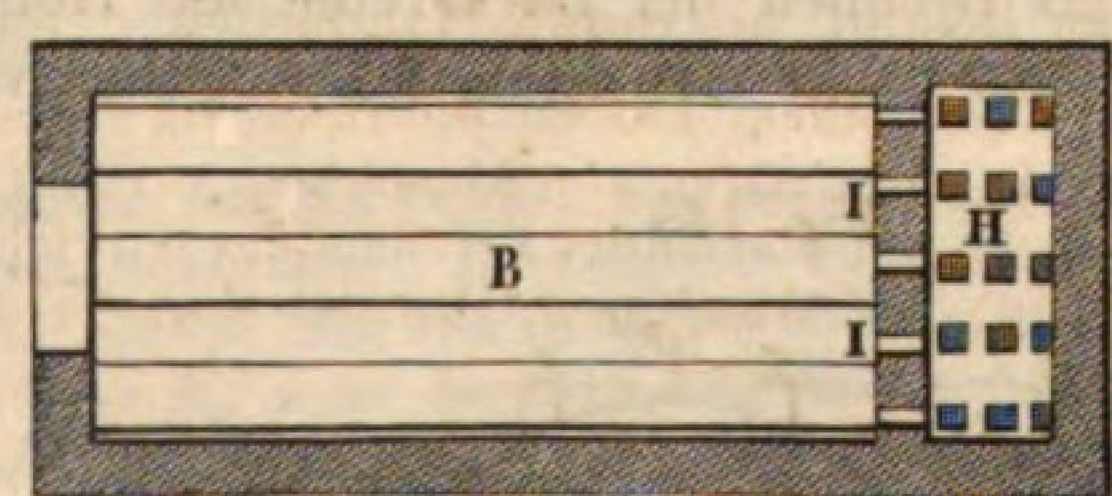
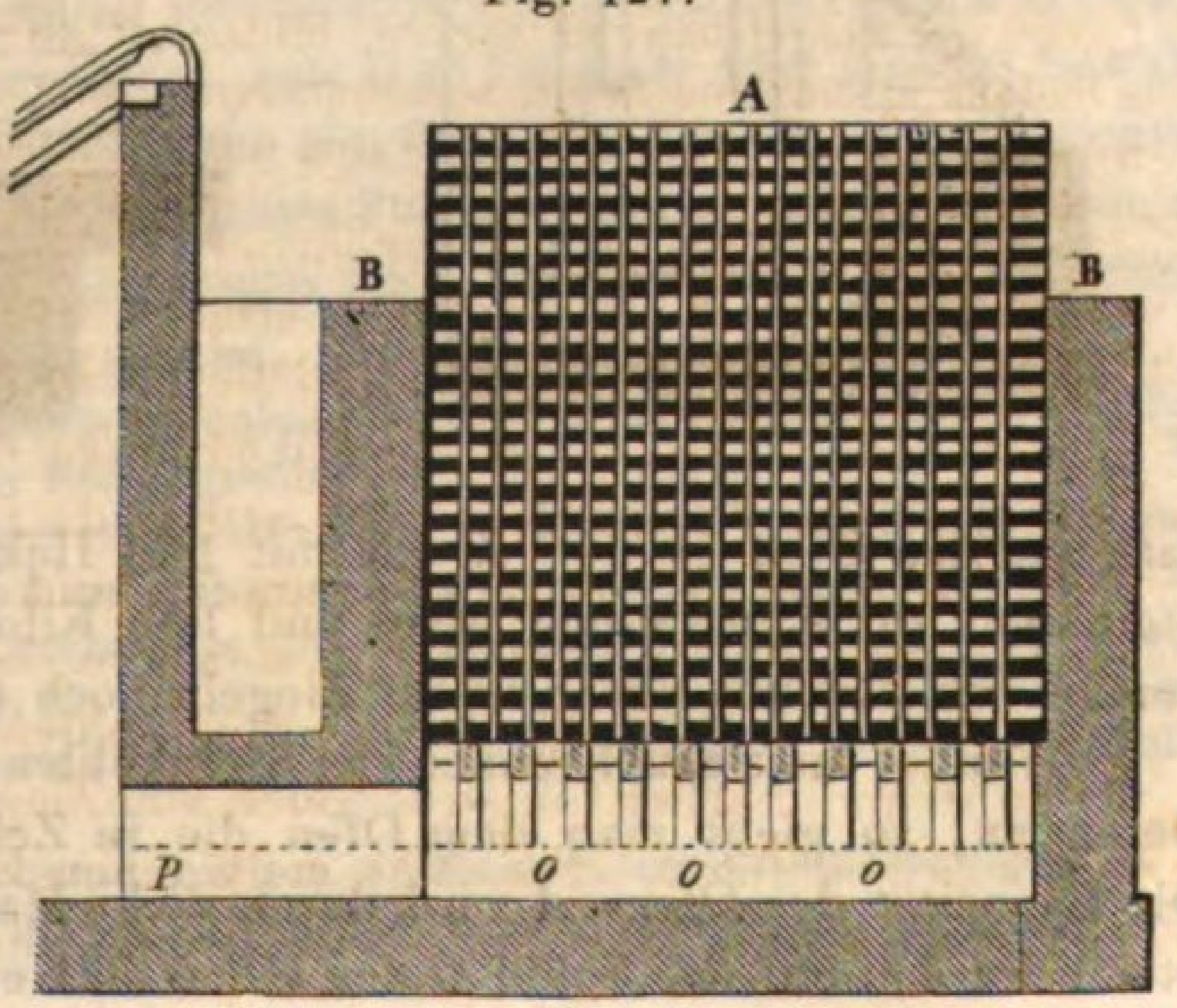


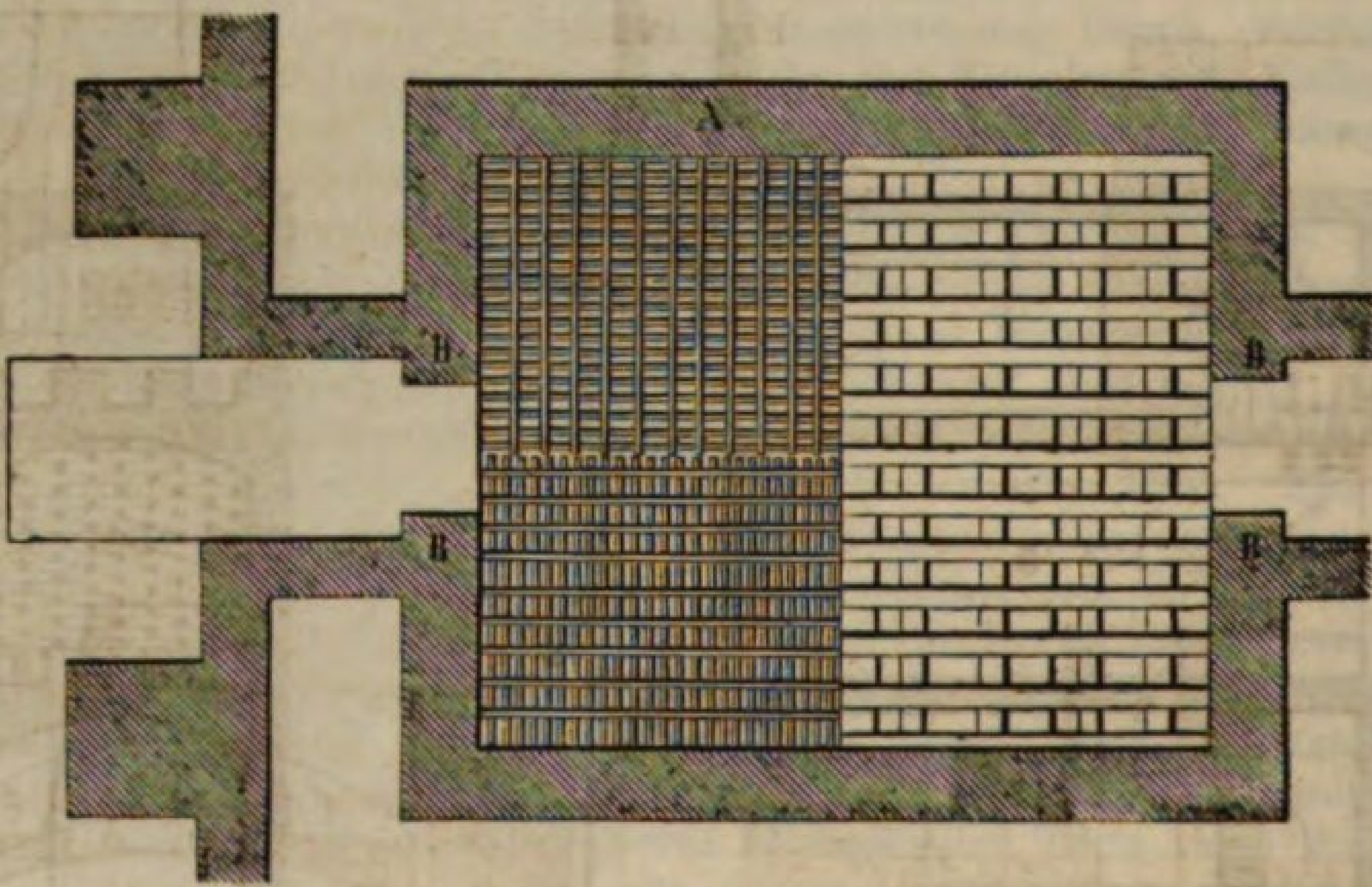
Fig. 127.



Ein zweckmässig eingerichteter, offener, mit Holz betriebener Ziegelofen ist Fig. 127 im Durchschnitt durch die schmale Seite nach der Richtung der Feuerungen dargestellt, eine Zeichnung, welche durch den Horizontaldurchschnitt Fig. 128 vervollständigt wird. Es

sind drei Feuerungen vorhanden, von welchen *P* die mittlere ist. Die Feuerung hat keinen Rost und ist mit einer Reihe Gurtbögen *o o o* überwölbt, die eine durchbrochene Decke bilden, die Flamme zertheilen und dieselbe in den Brennraum *B B*

Fig. 128.



führen, welcher oben offen ist. Die zu brennenden Steine werden auf die Bögen *o o* auf die hohe Kante gestellt und zwar der Art, dass die Steine der verschiedenen Schichten einander kreuzen und hinlänglich von einander entfernt sind, um die Flamme ungehindert durchgehen zu lassen. Um nicht zu viel Wärme zu verlieren, schichtet man die Steine weit über den Ofen hinaus. Obgleich ein nicht unbedeutender Wärmeverlust mit der Anwendung dieses Ofens verknüpft ist, so wendet man ihn doch wegen des bequemen Einsetzens und Ausziehens häufig an.

Das Brennen der Backsteine mit Holz ist natürlich viel theurer als mit Steinkohle. So bäckt man nach den Angaben von Carville in dem Fig. 129 und 130

Fig. 129.

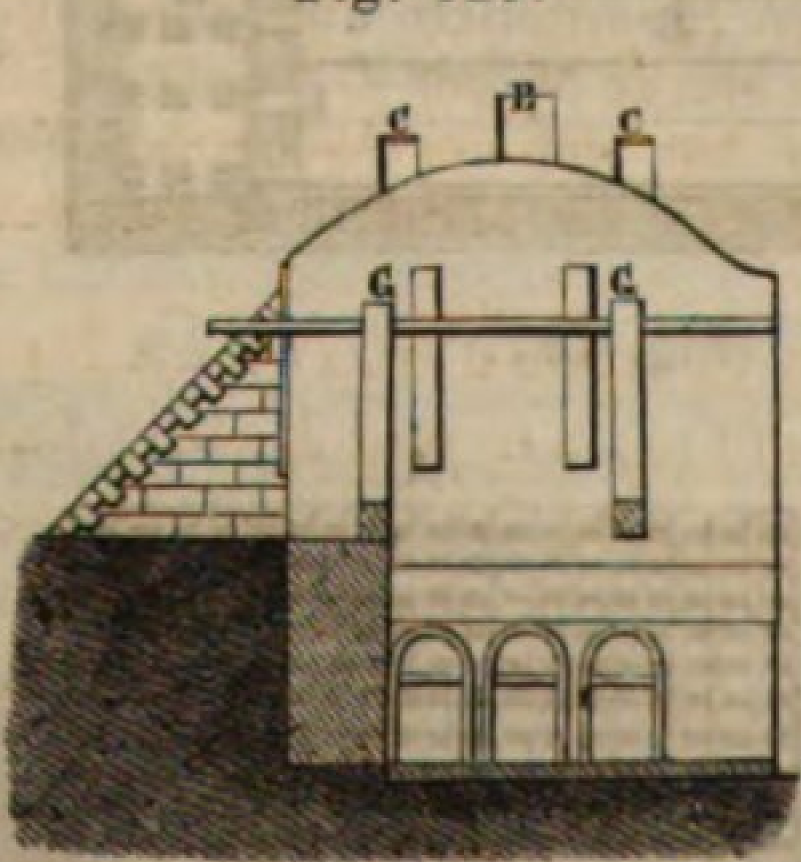
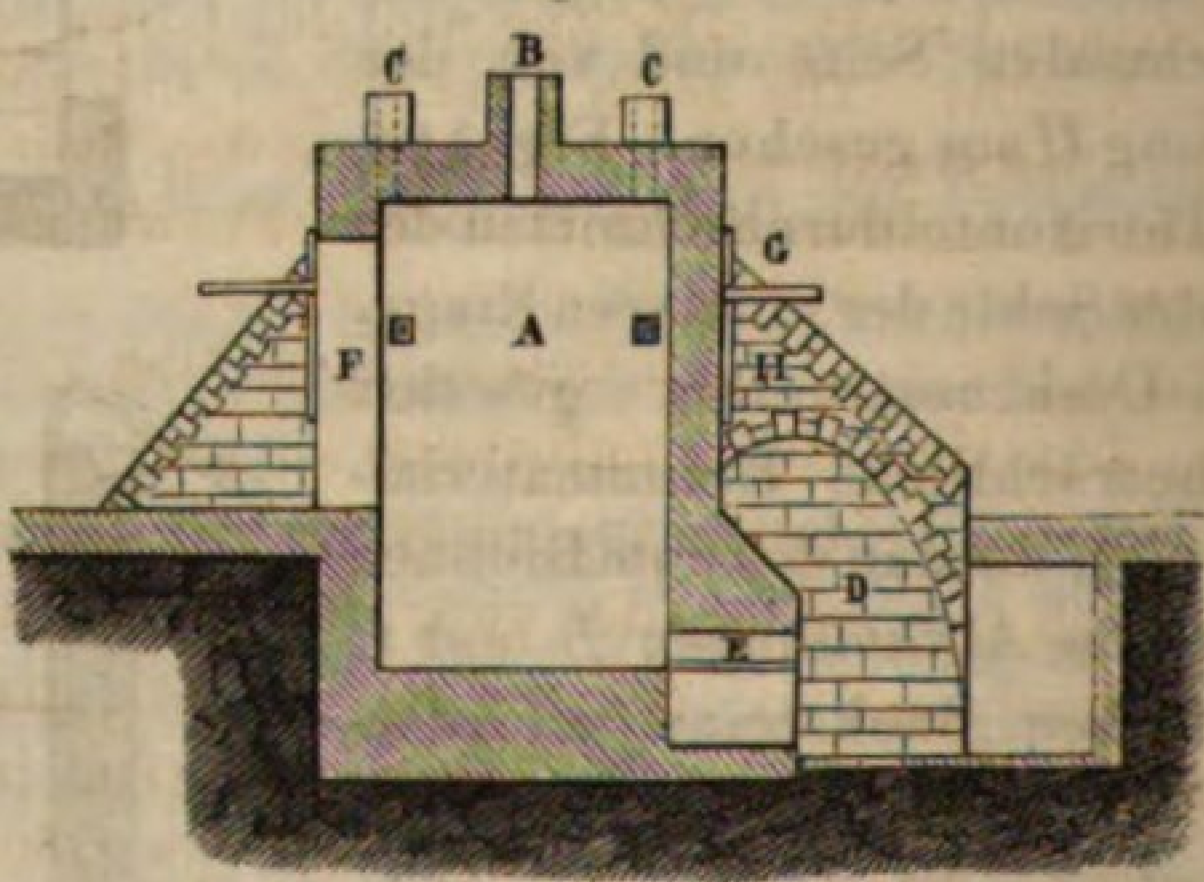


Fig. 130.



dargestellten Ofen 80,000 Ziegel mit 160 Hektoliter Steinkohle. Da 1 Hektoliter Steinkohle 80 Kilogramme wiegt und 100 Kilogr. 3 Frcs. 12 Centimes kosten, so kommt das Brennen von 80,000 Ziegeln noch nicht ganz auf 400 Frcs. zu stehen.

Wendet man zum Brennen der Steinkohlen geschlossene und mit Rost versehene Oefen an, so giebt man dem Ofen die in Zeichnung Fig. 131 dargestellte Form. Die Capacität des Ofens *A* wird durch dicke Mauern *B* bestimmt; die zu brennenden Steine werden auf der Sohle *C* des Ofens in Gewölben aufgeschichtet, unter welchen

die Verbrennungsprodukte frei circuliren können. *D D* (Fig. 133) sind zwei Röste. Fig. 132 zeigt die Anordnung der Steine in dem Ofen.

Man hat den Versuch gemacht, mit *dem Backen der Ziegelsteine das Kalkbrennen* zu verbinden. Fig. 134 und 135 stellen derartige Ziegel-Kalköfen dar. Die Sohle des Brenn-

Fig. 131.

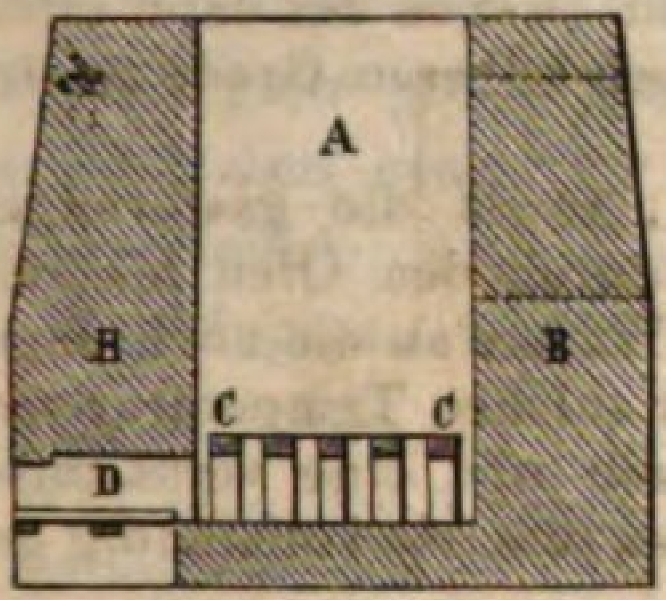


Fig. 132.

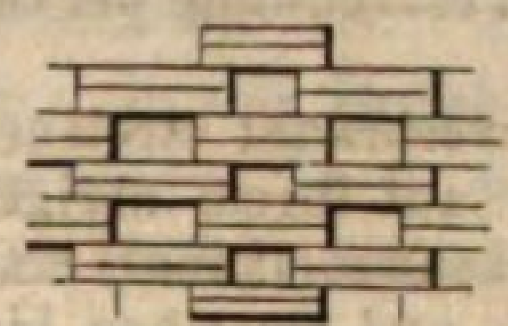


Fig. 133.

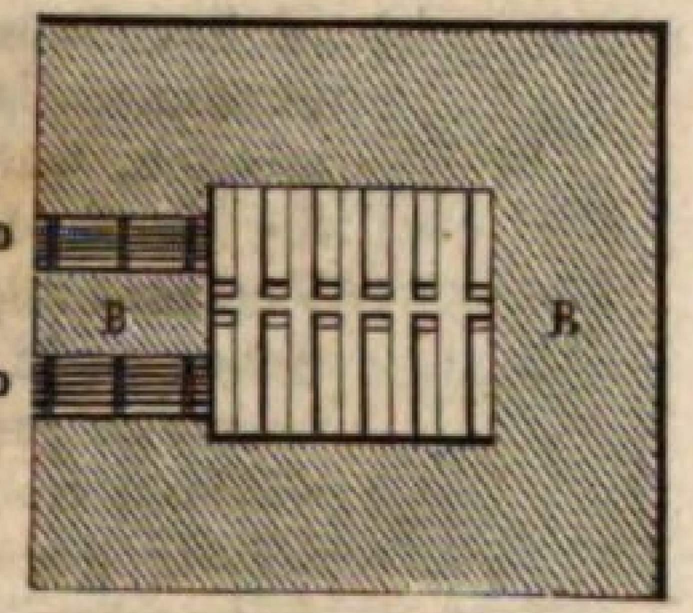


Fig. 134.

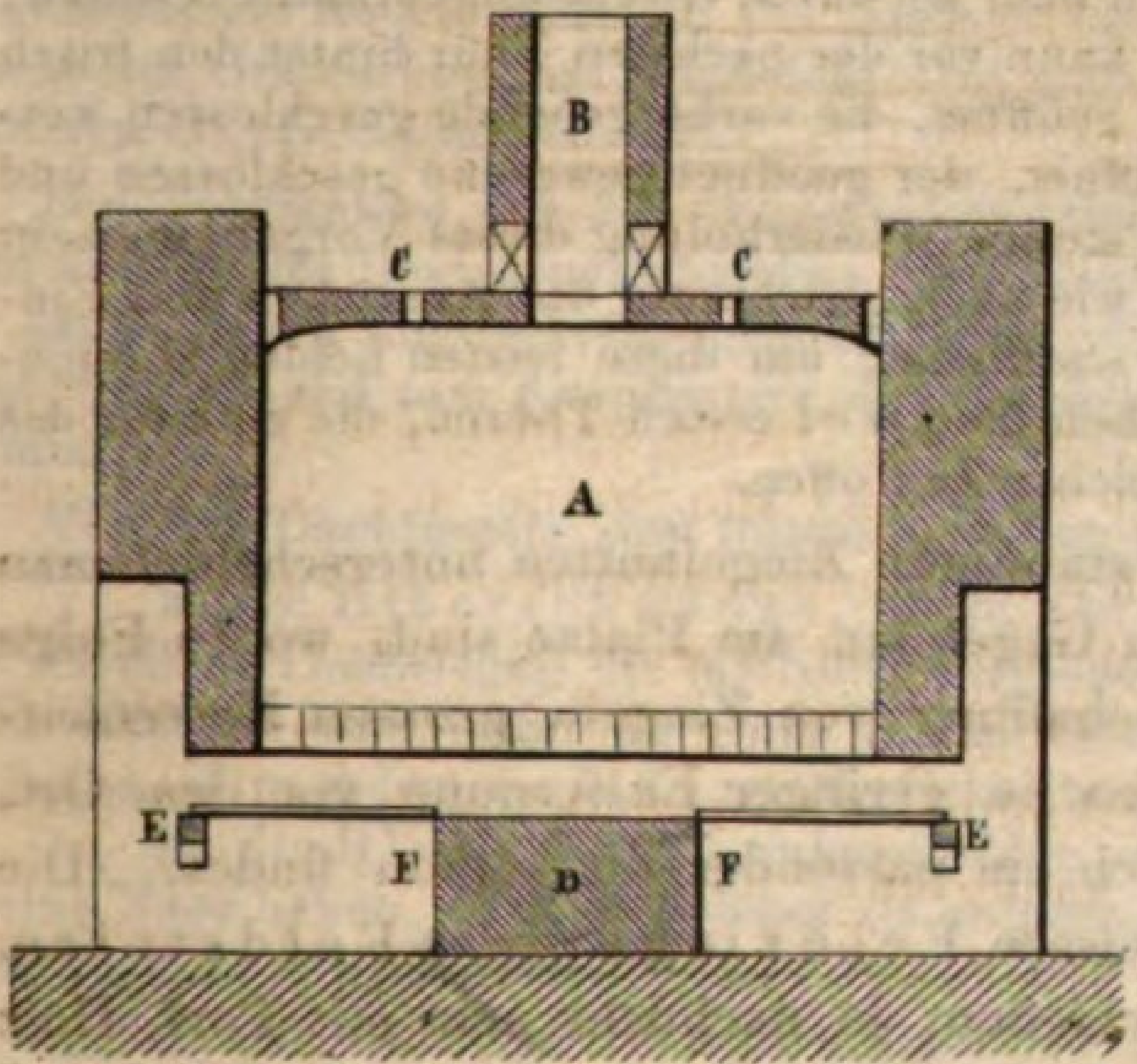
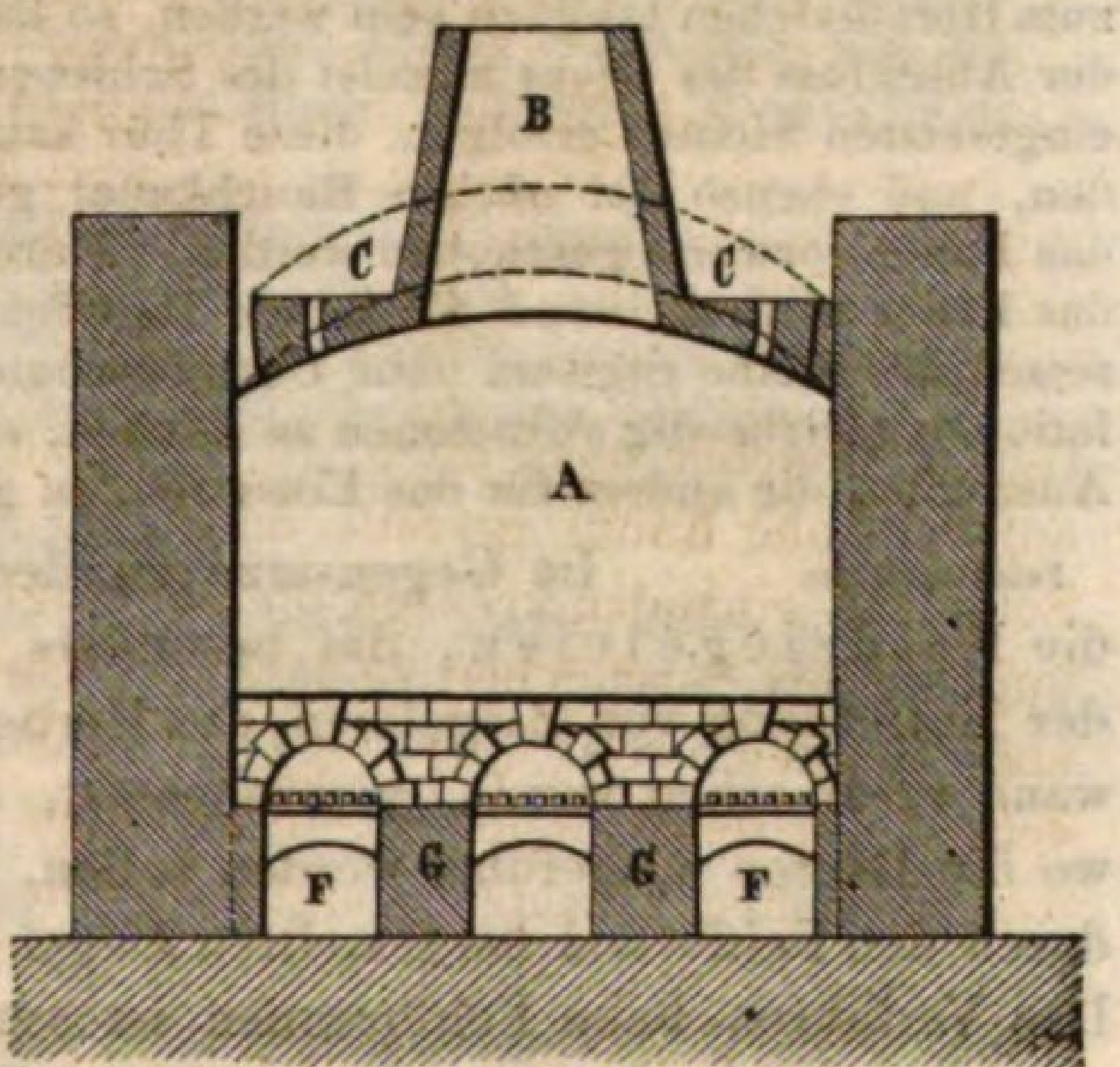


Fig. 135.



raumes *A* besteht aus bogenförmigen Gewölben aus Kalkstein, den man zugleich mit den Backsteinen brennt. Der Zug wird durch den Schornstein *B* vermittelt und durch die Zuglöcher regulirt. Die sechs Feuerungen sind durch eine starke Mauer *D* von einander getrennt. Das Brennmaterial kommt auf den Rost *E*, unter dem sich der Aschenfall *F* findet. Die auf einer Ofenseite befindlichen Feuerungen sind durch die Mauern *G* von einander getrennt. —

Continuirliche Brennöfen.

Von den in Vorschlag gebrachten continuirlichen Brennöfen hat sich der ringförmige Ziegelofen von Hoffmann und Licht bewährt. Diese Oefen bestehen aus einem im Grundriss ringförmigen, im Querschnitt beliebig geformten Ofenkanal, der zwar an verschiedenen Punkten von aussen zugänglich und beschickbar und an eben so viel Punkten gegen einen im Centrum stehenden Schornstein verschliessbar, im Uebrigen aber frei ist.

Denkt man sich den Querschnitt des Ofenkanals mittelst eines Schiebers, der durch Falze eingesetzt wird, an irgend einer Stelle geschlossen, die zunächst davor gelegene Eingangsthür und den zunächst dahinter liegenden Rauchkanal geöffnet, alle übrigen Eingänge und Rauchkanäle aber geschlossen, und im Schornstein eine aufsteigende Luftsäule, so wird ein Luftzug entstehen, der aus der Atmosphäre durch die geöffnete Thür in den Ofen tritt und diesen seiner ganzen Länge nach bis auf die andere Seite des Schiebers durchstreicht, um durch den dort geöffneten Rauchkanal (und den Rauchsammelkanal) in den Schornstein zu treten.

Denkt man sich ferner den Ofenkanal mit den zu brennenden Kalksteinen gefüllt, und zwar der Art, dass der Luftzug in der ersten Hälfte des Kanals bereits fertig gebrannte, in

der Abkühluug begriffene Steine durchstreicht, demnächst das Feuer speist (welches durch Einstreuen des Brennmaterials in die glühenden Steinmassen von oben unterhalten wird) und auf der letzten Hälfte des Ofenkanals durch noch nicht gebrannte Steine zieht, um dann durch den offenen Rauchkanal in den Schornstein zu entweichen, so ist es klar:

a) Dass die in die offene Thür eindringende Luft auf dem ersten Theil ihres Laufes im Ofen, indem sie die fertig gebrannten Steine abkühlt, sich in hohem Grade erhitzt, folglich

b) im Stande ist, den Effect des Feuers in eben dem und (wegen der dann erfolgenden vollständigeren Verbrennung der Gase) in noch höherem Grade zu vermehren, während

c) die durch das Feuer unverbrannt streichende Luft, sowie die gasförmigen Verbrennungsprodukte, auf ihrem übrigen Wege durch den Ofen bis zum Schornstein (resp. Rauchsammelkanal) eine Menge Wärme an die noch ungebrannten Steine absetzen und dieselben bis zu einer solchen Temperatur vorwärmen und erhitzen, dass nur eine kurze Brennzeit und eine verhältnissmässig geringe Menge Brennmaterial erforderlich ist, um sie vollständig gar zu brennen.

Da nun die der offenen Thür zunächst stehenden Steine am meisten abgekühlt, also zum Herausziehen tauglich sein werden, so kann man sie durch frische ungebrannte ersetzen; der Abschluss des Ofens mittelst des Schiebers kann vor der nächsten Thür hinter den frisch eingesetzten Steinen erfolgen, diese Thür kann geöffnet, die vorhergehende geschlossen werden, und ebenso der nächste Rauchkanal geöffnet, der geöffnet gewesene geschlossen und das Feuer vorwärts geschoben werden. Durch stetige Wiederholung dieses Vorgangs macht das Feuer wiederkehrend die Runde im Ofen, wie auch gleichzeitig das Ausziehen und Einsetzen der Steine ringsum ohne Unterbrechung stattfindet; um diese letzten beiden Manipulationen gleichzeitig vornehmen zu können, stehen die zwei ersten Thüren, die eine für das Ausziehen, die andere für das Einsetzen, zu gleicher Zeit offen.

Feldziegeleien. Im Gegensatze zu den ständigen Ziegelhütten unterscheidet man die Feldziegeleien, die besonders in Gegenden am Platze sind, wo in Folge der Entfernung von Ziegeleien die Herbeischaffung von Ziegeln grossen Kostenaufwand verursachen würde, vorausgesetzt, dass in geringer Entfernung von dem Ort, wo die Bauten ausgeführt werden sollen, sich ein passender Ziegelthon findet. Die durch den Feldbrand hergestellten Ziegel heissen Feldziegel oder Feldsteine. Das Verfahren beim Feldbrennen ist verschieden, je nachdem man mit Torf, Holz oder Steinkohle feuert. Benutzt man Torf oder Holz als Brennmaterial, so formt man aus den zu backenden Steinen in derselben Weise, wie sie in einen Ofen eingesetzt werden würden, einen Haufen oder Meiler, bringt auch mehrere Feuerkanäle darin an und bekleidet den bis zu 50,000 Steine fassenden Meiler mit einer dünnen Lage Lehm und noch von der Windseite mit beweglichen Strohhorden. Das Einschüren geschieht hier in den Heizkanälen, die Feuergase gehen durch die Ziegelmasse hindurch und finden endlich in der Decke ihren Ausweg. Es ist bei diesem Verfahren unvermeidlich, dass die Temperatur in den inneren Theilen des Meilers weit höher steigt, als in den der Lehmschicht zunächst liegenden Theilen. Soll dagegen Steinkohle als Brennmaterial dienen, so legt man die Heizkanäle enger als bei Torffeuerung an, da sie nur zur Entzündung der Steinkohle dienen sollen, und füllt sie mit Steinkohle. Auf jede Schicht der eingesetzten Backsteine kommt eine Lage zerkleinerte Steinkohle, darauf die nächste Steinschicht, dann wieder Steinkohle u. s. f., der Meiler wird auch hier mit einer Schicht Lehm bedeckt, in welcher man einige Luftlöcher anbringt, um das Brennen reguliren zu können. Die in den Feuerkanälen befindlichen Steinkohlen werden angezündet, von wo aus das Feuer sich nach und nach über den ganzen Meiler erstreckt. Die sich entwickelnde Hitze ist hinreichend, um die Backsteine in allen Theilen des Ofens gar zu brennen. Während des Verbrennens der Steinkohlenlagen sinkt der Meiler zusammen, was jedoch bei der geringen Dicke dieser Lagen von keinem Nachtheil ist.

Die holländischen Klinker. Die holländischen Klinker oder Klinkerte sind sehr scharf, bis zur halben Verglasung gebrannte Backsteine, die sich von den gewöhnlichen durch glasigen Bruch, grünliche oder dunkelbraune Farbe und die Eigenschaft, kein Wasser zu absorbiren, unterscheiden.

Dachziegel und Fliessen. Zur Fabrikation der Dachziegel bedarf man eines besseren und sorgfältiger zubereiteten Thones als zur Herstellung der Mauerziegel. Während man bei den letzteren das Material durch blosses Treten vorbereitet, wendet man bei den Dachziegeln gewöhnlich die Thonmühle an. In Bezug auf das Streichen der Masse ist kaum etwas zu erwähnen. In der Regel brennt man sie gleichzeitig mit den Mauersteinen, wobei erstere den obern Theil des Ofens einnehmen müssen, da sie ihrer geringeren Dicke wegen zum Backen keiner so hohen Temperatur bedürfen als die Backsteine.

Will man den Ziegeln eine ins Graue gehende Farbe ertheilen, so feuert man, wenn der Brennofen in der grössten Glut steht und man glaubt, dass er in einigen Stunden ausgenommen werden muss, Erlenzweige mit ihrem Laub, so grün und feucht, wie sie vom Baume kommen, ein, und hört mit dem Torffeuer auf; zugleich werden die Schürlöcher geschlossen. Der entstehende Rauch bildet in der porösen Ziegelmasse einen Absatz von Kohle, was die Ursache der Graufärbung ist; vielleicht wird auch das in der Masse enthaltene Eisenoxyd zu schwarzen Oxyd-Oxydul reducirt.

Die Fabrikation der Fliessen (Pflasterziegel oder Plattziegel) stimmt im Wesentlichen mit der der Dachziegel überein; man giebt ihnen durch dämpfen mit grünem Erlenholz häufig einen angenehmen grauen Thon; die Fliessen sind von viereckiger oder sechseckiger Gestalt und zum Auspflastern der Fussböden in Küchen, Vorplätzen, Kellern u. s. w. bestimmt.

Von den Dachziegeln sind folgende Sorten gebräuchlich:

a) die Biberschwänze, platte, auf der einen schmalen platten Seite mit einer Nase versehene Dachziegel, die mit Hülfe der Nasen nebeneinander auf die Latten aufgehängt werden und auf diese Weise die platte Fläche des Daches bilden. Man theilt sie in ganze oder halbe, je nachdem sie volle gewöhnliche Breite oder die Hälfte derselben haben;

b) die Blendsteine unterscheiden sich von den Biberschwänzen dadurch, dass sie keine Nase haben, mittelst welcher sie aufgetragen werden können, sondern mit Löchern zum Aufnageln versehen sind;

c) die Kaff- oder Kappziegel, welche die Stelle der sogenannten Kappfenster vertreten und Licht und Luft auf den Boden des Hauses leiten sollen, sind von den Biberschwänzen dadurch unterschieden, dass sie bei gleicher Länge dreimal so breit sind und in der Mitte eine Ausbauchung mit einer Oeffnung besitzen;

d) die gegenwärtig nicht mehr gangbaren Passziegel (Pfannenziegel oder Schlussziegel) besitzen die Gestalt eines liegenden ∽ ; der abwärts gehende Theil eines solchen Ziegels greift immer in den aufwärts stehenden des folgenden. Ein mit solchen Ziegeln bedecktes Dach schliesst zwar vollständig, beschwert aber auch das Gebäude zu sehr;

e) die Hohlziegel, von der Gestalt eines halben hohlen abgekürzten Kegels oder eines halben hohlen Cylinders, werden in Forstziegel und in Kehlziegel unterschieden. Sonst wurden erstere zur Bedeckung ganzer Dächer gebraucht, gegenwärtig benutzt man sie nur noch zum Eindecken der Forsten oder Firste.

Hohlziegel. Die Anwendung von hohlen Ziegeln zur Ausführung von Mauerwerken ist nichts Neues. Die sogenannten Topfgewölbe sind in der That weiter nichts als Mauerwerk aus hohlen Steinen, um das Gewicht des auszuführenden Mauerkörpers geringer zu machen und dadurch den Druck auf die Theile des Bauwerkes, welche ihn zu tragen haben, zu vermindern. Die Töpfe sind 7—8 Zoll hoch, 3—4 Zoll im Durchmesser, in der Mitte hohl und hartgebrannt. Durch die Einführung der Drainpressen hat man nun Gelegenheit, die Topfform zu verlassen und Ziegelsteine zu fabriciren, welche mit den Vortheilen des gewöhnlichen Formates die Vorzüge der Töpfe vereinigen. Es werden auf Drainpressen durch geeignete Formen Steine hergestellt, welche die viereckige Gestalt und Grösse unserer gewöhnlichen Mauersteine haben und ihrer Länge nach von Oeffnungen durchlaufen werden.

Für einzelne Anwendungen fabricirt man Steine, bei denen die Oeffnungen die Steine nicht nach der Länge, sondern nach der Quere durchlaufen.

Derartige Hohlziegel zeigen mit gewöhnlichen Backsteinen verglichen, manche Vortheile, deren hauptsächlichste folgende sind:

1) man braucht zu ihrer Fabrikation nur etwa 60 bis 70 pCt. des Materials;

2) sie lassen sich viel rascher fabriciren, da sie mit Hülfe der Presse dargestellt werden;

3) sie trocknen schneller und gleichförmiger, weil das Austrocknen auch von Innen geschieht;

4) sie erfordern zum Backen eine weit niedrigere Temperatur, so dass man 20 bis 30 pCt. Brennmaterial erspart;

5) der Transport der Steine wird natürlich ein billigerer; die Mauern trocknen leichter und schneller aus.

Leichte oder schwimmende Ziegelsteine.

Die sogenannten leichten Ziegelsteine (poröse Backsteine, Schwammsteine), welche auf dem Wasser schwimmen, waren schon den Alten bekannt. Posidonius und nach ihm Strabo sprechen von einer in Spanien vorkommenden thonartigen Erde, die man als Polirmittel des Silbers brauche und aus welcher man dort Bausteine forme, die auf dem Wasser schwimmen. Aehnliches geschehe auf einer Insel des tyrrhenischen Meeres und auf mehreren Punkten in Asien. Vitruvius Pollio hat sich über diese Steine als ein wegen seiner Leichtigkeit zum Bauen ganz besonders sich eignendes Material geäussert und auch Plinius hat Steine aus dieser bimssteinähnlichen aber plastischen Masse als einen Gegenstand von grosser Wichtigkeit erwähnt. Diese Thatsachen blieben Jahrtausende lang fast ganz unbeachtet, weil das Material sich nur spärlich und vereinzelt fand, bis im J. 1791 der Italiener Giovane Fabroni aus einer als Bergmehl bezeichneten Kieselerde, die sich bei Santafiora in Toscana findet, schwimmende Ziegelsteine herzustellen lehrte, welche sich gut mit Mörtel verbanden und der Erweichung durch Wasser vollständig widerstanden; diese Steine leiteten die Wärme so gering, dass man ein Ende derselben in der Hand halten konnte, während das andere rothglühend war. Fabroni machte auf einem alten Fahrzeug das Experiment, eine viereckige Kammer aus solchen Steinen zu wölben und mit Schiesspulver auszufüllen. Das mit Holz bedeckte Schiff brannte vollständig ab, und als der Boden der Pulverkammer weggebrannt war, versank es ohne Entzündung des Pulvers. Zu derselben Zeit entdeckte auch Faujas bei Coiron in Frankreich eine Art Bergmehl, die in ihren Eigenschaften mit dem aus Toscana völlig übereinstimmte, aber erst im Jahre 1832 durch die Bemühungen des Grafen de Nantes und des Bergwerkdirectors Fournet in Lyon Anwendung fand. Letzterer hob die Wichtigkeit dieser Steine für die Marine hervor. Die Pulverkammer, die Küche, die Herde der Dampfmaschinen, die Orte, wo Spirituosen aufbewahrt werden, lassen sich dadurch sicher machen. Ebenso wichtig sind diese Steine für die Gewölbe der Schmelzöfen und überhaupt für alle Oefen, in welchen bedeutende Hitze erzeugt wird, da diese Steine nicht schmelzen und sich nur wenig zusammenziehen. Früher erhielt man das zur Fabrikation der schwimmenden Ziegelsteine geeignete Bergmehl allgemein für eine unorganische Substanz und sein Auffinden für einen zufälligen Umstand, weshalb denn seine technische Benutzung sich wenig verbreiten konnte. Ehrenberg hat jedoch 1842 nachgewiesen, dass diese Erdarten ihre Eigenthümlichkeiten dem Umstande verdanken, dass sie Zusammenhäufungen von Kieselpanzern von Infusorien sind und sich auch in Deutschland ziemlich häufig finden. Während ein gewöhnlicher Ziegelstein 2,70 Kilogr. wiegt, ist das Gewicht eines aus Berliner Infusorienthon dargestellten gleichgrossen Steines nur 0,45 Kilogr. Mit Wachs überzogene Stücke schwimmen wie Kork auf dem Wasser. Das stärkste Porcellanofenfeuer schmilzt sie nicht und verkürzt sie wenig. Durch Zusatz von etwas Thon oder Lehm wird die Festigkeit den gewöhnlichen Mauersteinen gleich. — Man macht die porösen Backsteine gegenwärtig auch häufig aus gewöhnlichem Ziegelthon unter Zusatz von Kohlenpulver, Sägespänen, Lohe, Torf, Moorerde u. s. w. Derartige Steine, Lohsteine oder Schwammsteine wurden übrigens schon im 14. oder 15. Jahrhundert dargestellt, so trifft man z. B. in Nürnberg in alten Gebäuden die Schornsteine mit solchen leichten Ziegelsteinen aufgeführt, bei denen der Thon mit Lohe oder Spreu versetzt war.

Feuerfeste Steine.

Die feuerfesten Steine oder Charmottesteine werden anstatt der gewöhnlichen Backsteine zur Construction aller solchen Feueranlagen angewendet, wo diese schmelzen würden. Man stellt dieselben aus einem feuerbeständigen, an Kiesel- und Thonerde reichen, aber an Kalk, Eisenoxydul und Alkalien

armen Thone her. Um dessen Strengflüssigkeit zu steigern und das Schwinden und Rissigwerden beim Brennen zu verhindern, mischt man den Thon mit schon gebranntem Thon (Charmotte), Sand, Kohle, Koks u. s. w. Bei der Fabrikation feuerfester Steine ist zu berücksichtigen, dass es hauptsächlich zweierlei Dinge sind, welche auf Erweichung und Schmelzung eines dem Feuer ausgesetzten feuerfesten Steines hinwirken: ein hoher Hitzgrad an sich, dann ein gleichzeitiger Angriff von Agentien, die wie Flugasche, alkalische Dämpfe, schmelzende Alkalien und Metalloxyde (besonders Eisenoxydul) als Flussmittel wirken. Daraus folgen für die Darstellung zweierlei Gesichtspunkte, im letztern Falle dürfen nur feuerfeste Thone Bestandtheile sein, im ersten Falle sind kieselige Zusätze zulässig. Ausserdem müssen die feuerfesten Steine starken Abwechselungen der Temperatur widerstehen und hinreichend fest sein, um einen starken Druck auszuhalten.

Man fertigt aus der Masse für feuerfeste Steine nicht nur Steine, sondern auch Futter für Oefen in Kreissegmenten, Platten, Röhren, Kapseln für Porcellan und Steingut, Muffeln für das Einbrennen von Porcellanfarben, Beschläge in Fabriköfen u. s. w.

Einige Analysen von feuerfesten Steinen ergaben:

	1.	2.	3.	4.	5.
Kieselerde	63,09	88,1	88,43	69,3	77,6
Thonerde	29,09	4,5	6,90	29,5	19,0
Kalk	0,42	1,2	3,40	—	—
Magnesia	0,66	—	—	—	2,8
Eisenoxyd	2,88	6,1	1,50	2,0	0,3
Kali	1,92	—	—	—	—
Natron	0,31	—	—	—	—
Titansäure	2,21	—	—	—	—
	100,00	100,0	100,00	100,0	100,0

1. Thon von Dowlais, 2. Steine aus den Kupferschmelzöfen in Wales, 3. in Pembroke, 4. zu Hochöfen, 5. zu Flammenöfen.

Thonröhren. Die Thonröhren dienen theils als Wasserleitungsröhren, theils zur Anlage unterirdischer Wasserabzüge auf nassen Grundstücken (die sogenannten Drains, drains, *under-drains*). Die in letzter Hinsicht angewendeten Röhren heissen Drainröhren (tuyaux de drainage, *drain-tiles*).

Gewöhnlicher Ziegelthon lässt sich zur Fabrikation der Drainröhren verwenden, doch muss er besonders sorgfältig zubereitet werden. Man muss den Thon schon vor Winter auswerfen, gut durcharbeiten und von allen Klumpen, Steinen und andern fremden Stoffen befreien. Bei gutem Thon genügt ein mit Schlämmen verbundenes tüchtiges Durchkneten mit Händen und Füssen; in neuerer Zeit und namentlich beim grossen Betriebe wendet man hiezu jedoch häufiger die Thonschneidemaschine an. Einfacher und wohlfeiler als die Maschine ist das Clayton'sche Sieb, eine mit runden Löchern versehene eiserne Platte, die in jeder Drainröhrenmaschine angebracht werden kann. Ehe man zur Fabrikation der Röhren selbst schreitet, lässt man den Thon mit Hülfe der Maschine durch das Clayton'sche Sieb gehen. Die Herstellung der Röhren geschieht auf den Drainröhrenpressen, deren Construction leicht zu verstehen ist. Wird Thonbrei aus einem damit gefüllten Behälter, mittelst eines Stempels, durch eine kreisrunde Oeffnung herausgepresst, in deren Mittelpunkt concentrisch ein etwa kleinerer Propf feststehend angebracht ist, so erhält, dem ringförmigen Durchgangsraume entsprechend, der hervortretende Thonkörper die Gestalt einer Röhre. Die Bewegung des Stempels wird durch eine Schraube, durch Räderwerk und Zahnstange, durch eine hydraulische Presse oder durch Dampfdruck zuwegegebracht. Das Austreten der Thonröhren findet entweder in horizontaler oder in verticaler Richtung (von oben nach unten) statt. Letztere erfordert natürlich eine durch ihre Höhe unbequeme Bauart der Maschine, eignet sich aber besser für Thon-

röhren von grösserer Dimension, weil das weiche Rohr in horizontaler Lage durch sein eignes Gewicht sich plattdrückt.

Unter den vielen Constructionen von Drainröhrenpressen sind die von Clayton, Williams, Whitehead und Ainslie die verbreitetsten.

Schmelztiegel. Von den Schmelztiegeln verlangt man, dass sie einer hohen Temperatur ohne Schmelzung oder Sinterung widerstehen; schroffe Temperaturwechsel aushalten, ohne zu reissen; und der Einwirkung der Asche und in gewissen Fällen auch Substanzen widerstehen, welche als Flussmittel wirken z. B. Bleiglätte u. dgl. Sie sind meist aus Thon und Graphit, zuweilen aus Kohle, Speckstein, Thonerde u. s. w. Unter ihnen sind die bekanntesten die hessischen, die Charmottetiegel, die Graphittiegel und die englischen. Die hessischen oder Almeroder Tiegel werden aus 1 Th. Thon (von 71 Th. Kieselerde, 25 Th. Thonerde und 4 Th. Eisenoxyd) und $^1/_3 - ^1/_2$ des Gewichtes Quarzsand angefertigt. Sie sind feuerfest, vertragen ohne zu bersten schnellen Temperaturwechsel und sind zuweilen bei chemischen Operationen anwendbar; zu manchen aber sind sie zu porös und ihr Korn zu grob. Wegen ihres grossen Kieselgehaltes werden dieselben auch von Alkalien, Bleioxyd und dergl. durchlöchert. Auch eignen sie sich wegen ihres groben Kornes nicht zu Operationen, wo wie z. B. bei dem Schmelzen edler Metalle die Produkte sorgfältig gesammelt werden müssen. Die Charmottetiegel bestehen aus Thon, der mit Quarzsand, Charmotte und ähnlichen Körpern versetzt ist. Die Graphittiegel, Ipser oder Passauer Tiegel werden aus 1 Th. feuerbeständigem Thone von Schildorf bei Passau und 3—4 Th. natürlichem Graphit (einem Gemenge von Thon und Graphit) angefertigt; sie vertragen den grössten Temperaturwechsel und schwinden höchst selten. Die englischen Tiegel werden in Stourbridge aus 2 Th. Thon und 1 Th. Koks angefertigt. Tiegel, welche in ihrer Masse Kohle enthalten, wirken reducirend auf die darin zu behandelnden Oxyde, sie werden daher vorzugsweise zu Metallschmelzungen angewendet.

III. Die Pflanzenstoffe und ihre technische Anwendung.

Die Pflanzenfaser.

Pflanzenfaser. Die **P f l a n z e n f a s e r** oder die **C e l l u l o s e** $C_{12}H_{10}O_{10}$ ist derjenige Stoff, der das Gewebe der Vegetabilien bildet und in den verschiedensten Formen in den Pflanzen vorkommt. In grösster Menge findet er sich mit incrustirender Substanz durchdrungen im Holze und bildet die **H o l z f a s e r** oder das **L i g n i n**, in langen Faden oder Büscheln bildet er den **F l a c h s** (Lein), den **H a n f**, die **B r e n n n e s s e l f ä d e n** und die **B a u m w o l l e**, welche Substanzen die technisch so wichtige Gruppe der **G e s p i n n s t f a s e r n** bilden und zur Fabrikation der **G e s p i n n s t e** und **G e w e b e**, des **P a p i e r s** und der **S c h i e s s b a u m w o l l e** dienen. Die Anwendung des **H o l z e s** ist bekannt, die Haupteigenschaften und die Verwendung desselben als Brennstoff werden in dem Kapitel von der Heizung angeführt werden. Dass der reine Pflanzenzellenstoff von gleicher Zusammensetzung in dem Holze, der Baumwolle, dem Flachse und dem Papier vorkommt, geht aus folgenden Analysen dieser verschiedenen Substanzen hervor:

Zellenstoff aus:	Holz.	Baumwolle.	Flachs.	Papier.
Kohlenstoff	43,87	43,30	43,63	43,87
Wasserstoff . . .	6,23	6,40	6,21	6,12
Sauerstoff	49,90	50,30	50,16	50,01
	100,00	100,00	100,00	100,00

Wir betrachten im Folgenden die Gespinnstpflanzen:

1) den Lein,
2) den Hanf,
3) die Baumwolle,
4) die übrigen weniger wichtigen Gespinnstpflanzen.

Der Flachs.

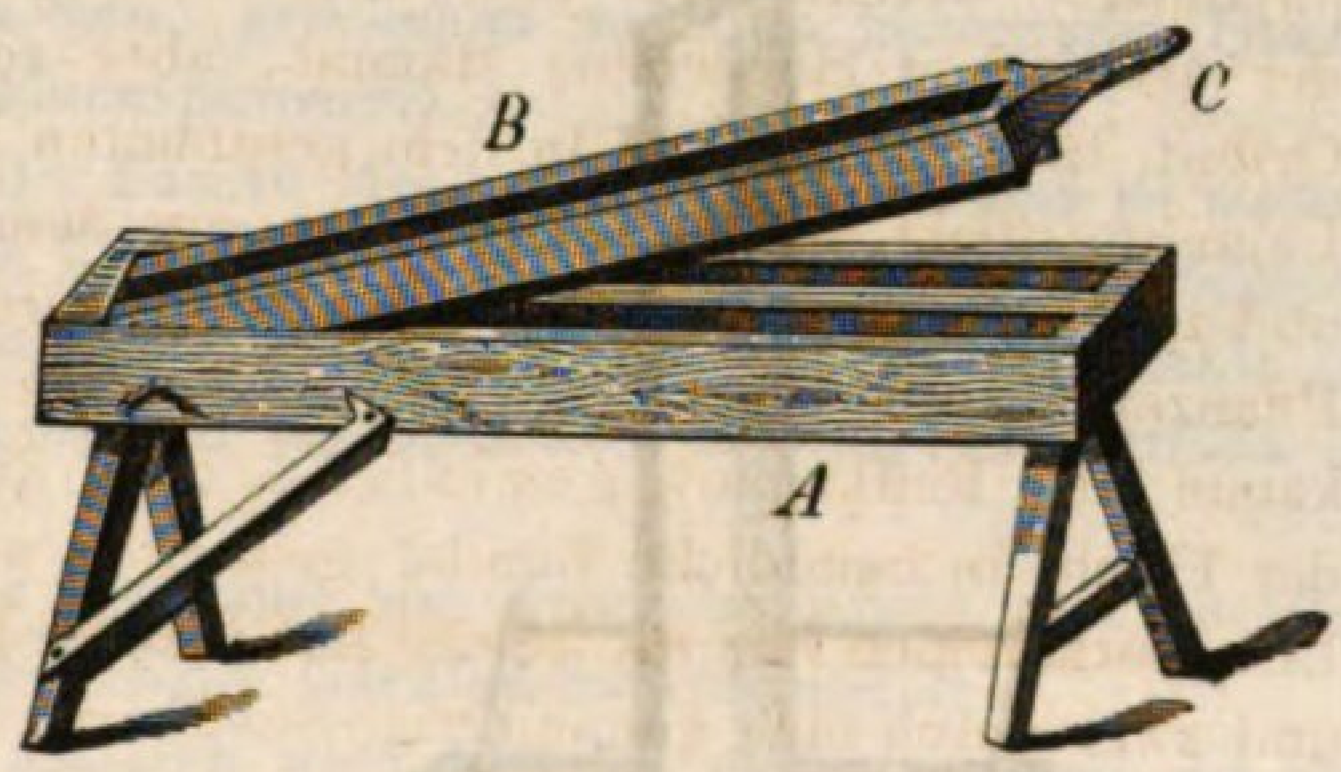
Flachs. Der Flachs oder Leinen ist die zum Spinnen vorgerichtete Faser der Leinpflanze (*Linum usitatissimum*), einer Pflanze aus der Familie der Caryophylleen, welche wie fast alle wichtigen Culturpflanzen wahrscheinlich aus der asiatischen Hochebene stammt, aber schon im grauen Alterthume im ganzen Orient, in Aegypten und in dem gesammten Europa cultivirt wurde. Die Ernte des Leins geschieht, indem die Pflanzen aus dem Boden gerauft, in Bündel gebunden, und zum Trocknen auf das Feld gestellt werden. Nach dem Trocknen werden die Pflanzen auf der Flachsraufe, einem Kamme mit eisernen Hakenzähnen (dem Riffelkamm oder Reffkamm), geriffelt, d. h. die Samenkapseln abgerissen, dann aber der Flachs in handdicke Bündel gebunden und der Rotte übergeben. Die in dem Lein enthaltenen Fasern, welche den Flachs bilden, liegen unter der Rinde der Pflanze und zwar durch eine gummiartige Substanz zusammengeleimt, welche daraus entfernt werden muss, so dass durch die nachfolgende mechanische Behandlung die spinnbaren Fasern isolirt werden können, ohne übermässig beschädigt zu werden. Dies geschieht Rösten desselben. durch das Rösten oder Rotten. Behufs des Röstens bringt man die Flachsstengel in Bäche oder in stehendes Wasser und hält sie durch aufgelegte schwere Körper unter der Oberfläche des Wassers bis eine Art von Fäulniss eingetreten ist, welche diejenigen Stoffe, von welchen die Faser zusammengehalten wird, nicht aber die Faser selbst zerstört. Man nennt diese Art der Röste die Wasserröste. Nach einer andern Methode setzt man die geriffelten Stengel, in dünnen Lagen auf Feldern ausgebreitet, den Einflüssen der Atmosphäre aus und ersetzt den fehlenden Regen durch fleissiges Begiessen mit Wasser (Thauröste, Landrotte, Luftrotte). Beide Methoden sind langwierig und ungesund, weil durch die bei der Fäulniss sich entwickelnden Gasarten die Umgegend vergiftet, durch die Wasserröste ausserdem das Wasser verdorben und zur Erhaltung des Lebens von Fischen untauglich wird.

Warmwasserröste. Nach vielen Versuchen, die schon seit langer Zeit mit verschiedenen chemischen Substanzen (Kalilauge, verdünnter Schwefelsäure) angestellt worden sind, war endlich vor wenigen Jahren das seither unter dem Namen Warmwasserröste bekannt gewordene Verfahren zuerst von Schenck in Irland eingeführt. Jetzt hat sich dieses Verfahren auch schon auf dem Continente eingebürgert, wo es von den Regierungen mit Recht wesentlich unterstützt wird. Das Rösten geht nach dieser Methode in grossen Bottichen vor sich, in welchen das Wasser mittelst Dampf auf 25—30° erhitzt wird, nach 60—90 Stunden ist das Rösten beendigt. Die Vortheile, welche die Warmwasserröste darbietet, sind: 1) dass die Arbeit des Röstens dem Leinbauer gänzlich abgenommen wird und in eigene Anstalten übergeht, wodurch ein besseres und gleichmässigeres Produkt erzielt wird, 2) dass, in Folge eines um etwa 10 pCt. geringeren Gewichtsverlustes nach der Röste, verglichen mit dem Wasserröstverfahren, der Ertrag ein weit grösserer ist, 3) dass bei dem fabrikmässigen Betriebe dieser Röstart die Unkosten verhältnissmässig gering sind. In Dampfröste. neuerer Zeit hat man auch angefangen, heisse Wasserdämpfe zum Rösten des Flachses anzuwenden. Diese Dampfröste, von Watt und Buchanan eingeführt, soll vor der Warmwasserröste grosse Vorzüge besitzen.

Brechen des Flachses. Nach beendigtem Rösten und Dörren sucht man die Fasern von der Hülse und dem durch das Rösten mürbe gewordenen Kern zu trennen, was durch das Brechen, Schwingen und Hecheln geschieht. Durch das Brechen werden die

holzigen Theile zerklopft (gebrochen), der Bast widersteht durch seine grössere Zähigkeit und bleibt fast unversehrt. Das Werkzeug, dessen man sich zum Brechen bedient, besteht (Fig. 136) aus zwei in einandergreifenden Theilen; der obere *B* (der Deckel oder Schlegel) wird aus zwei Holzschienen gebildet, die an dem einen Ende so mit einem Untergestell verbunden sind, dass sie sich wie in einem Charniere bewegen lassen. Diese beiden Holzschienen laufen nach unten messerschneidenartig zu und vereinigen sich in dem Handgriffe *C*. Das Untergestell *A* ist der ganzen Länge nach in zwei durchgehende Rinnen ausgeschnitten, die so beschaffen sind, dass die Latten des Deckels bei der niedergehenden Bewegung sich genau in die Rinnen des unteren Theiles (der Lade) hineinlegen. Indem der Arbeiter abwechselnd den Deckel aufhebt und schnell wieder niederstösst, bringt er zu gleicher Zeit ein Büschel Flachs quer über die Lade, welches zwischen den Latten des Deckels und den Rinnen der Lade zerknickt und zerquetscht wird, da es allmälig der Länge nach fortgezogen wird. Die holzigen Theile, die Schebe oder Ahne fallen theils von selbst ab, theils werden sie nach beendigtem Brechen zum grossen Theil durch Ausschütteln entfernt.

Fig. 136.



Bei dem Handbrechen ist ein ziemlicher Verlust an Flachs schwer zu vermeiden, weshalb gut construirte Flachsbrechmaschinen den Vorzug verdienen.

Botten oder Blaueln.

Anstatt des Brechens bedient man sich in Belgien des **Botthammers**, womit der Flachs gleichsam gedroschen wird. Der Botthammer (Fig. 137) ist ein flacher viereckiger Holzblock, auf der unteren Seite (Fig. 138) mit querlaufenden, parallelen Einkerbungen versehen, und an einem langen, gekrümmten Stiele befestigt. Der Arbeiter tritt mit der Fussspitze auf das eine Ende des Flachses, hält ihn so fest, und schlägt mit dem Botthammer kräftig auf die freie Stelle, wendet von Zeit zu Zeit um und durchschüttelt ihn, bis der Flachs gleichmässig gebrochen ist.

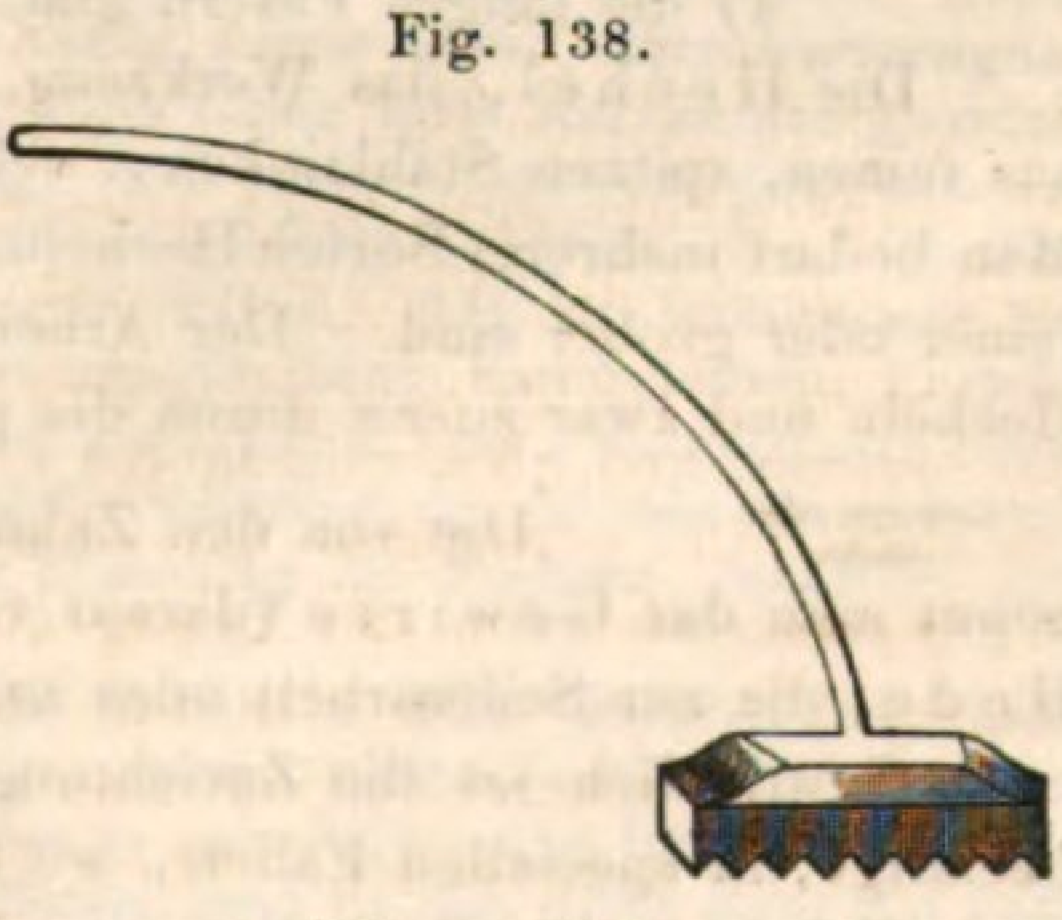
Fig. 137.



Schwingen des Flachses.

Der gebrochene oder gebottelte Flachs enthält immer noch fest anhängende, beim Schütteln sich nicht absondernde Schebetheile, welche durch das Schwingen entfernt werden. Der hierbei benutzte Apparat besteht aus dem **Schwingstock** und aus dem **Schwingmesser**. Ersterer (Fig. 139 s. folg. S.) ist ein auf einem Fussgestell aufrecht befestigtes Brett mit einem Einschnitte an der Seite, in welchen man ein Büschel Flachs so legt, dass es an der vorderen Seite des Brettes herabhängt, während es hinter demselben festgehalten wird. Das Schwingmesser (Fig. 140) ist aus hartem, dünnen Holze, an den Kanten zugeschärft und mit einem Handgriffe versehen. Der Arbeiter schlägt damit den längs des Brettes herabhängenden Flachs, dann dreht er denselben herum und fährt fort zu schlagen, bis der Flachs völlig von der Schebe befreit ist.

Fig. 138.



Ribben. Anstatt des Schwingens oder auch nach demselben wendet man in einigen Flachsgegenden das Ribben an, das in einem kräftigen Ausstreichen mit dem **Ribbenmesser** (Fig. 141), einer dünnen Klinge *o* aus Eisenblech, welche

Fig. 139.

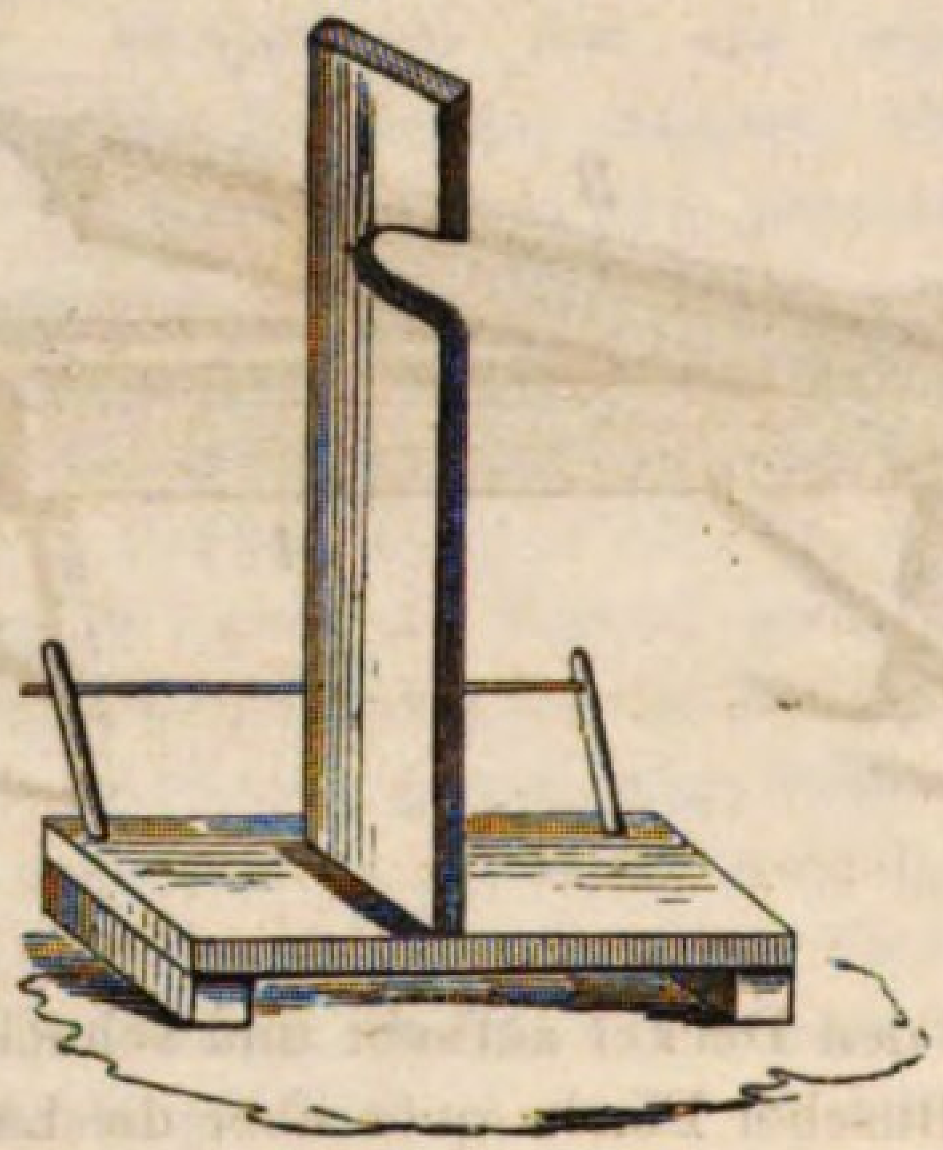


Fig. 140.

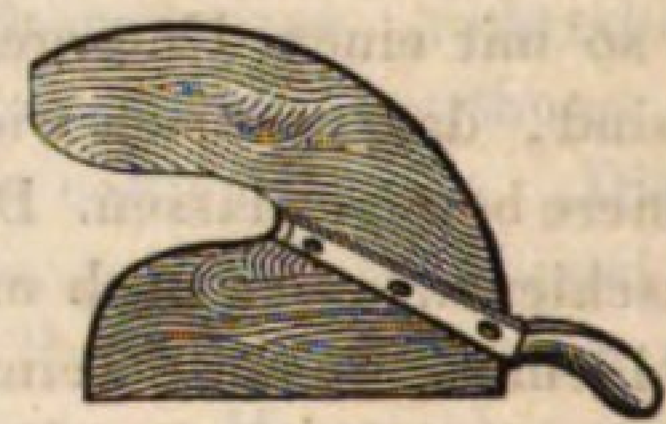


Fig. 141.



in einen hölzernen Griff *p* gefasst ist, besteht. Der sitzende Arbeiter fasst ein Bündel Flachs (eine Riste) mit der linken Hand, breitet dasselbe auf einem über die Knie gebreiteten Schurzfell aus und führt mit der Rechten das Messer.

Hecheln des Flachses. Trotz des sorgfältigsten Schwingens oder Ribbens wird der Flachs nicht in den zum Spinnen erforderlichen Zustand übergeführt. Abgesehen von noch vorhandenen Schebeüberresten, ist der Bast noch nicht vollständig in seine Fasern zertheilt, sind auch noch kurze Fasern mit langen gemengt, liegen endlich auch zahlreiche Fasern verwirrt und gekrümmt. Die letzte Arbeit der Flachszurichtung, das Hecheln, soll demnach:

1) die Schebeüberreste vollständig entfernen;
2) den Bast in die einzelnen, zum grössten Theil noch bänderartig zusammenhängenden Flachsfasern spalten;
3) die zu kurzen Fasern absondern;
4) die langen Fasern glatt und parallel legen.

Die **Hechel**, das Werkzeug, dessen man sich zum Hecheln bedient, besteht aus feinen, spitzen Stahlzinken, welche auf einem festen Holzboden befestigt sind. Man bedarf mehrerer Sorten Hecheln, bei welchen die Zinken dichter oder entfernter, feiner oder gröber sind. Der Arbeiter schlägt den Flachs handvollweisse durch die Hecheln und zwar zuerst durch die gröberen, zuletzt durch die feinsten.

Gewirre oder Hede. Die von den Zähnen der Hechel zurückgehaltenen kürzeren Fasern nennt man das **Gewirre** (daraus verdorben die Worte Werrig oder Werg) oder die **Hede**, die zur Seilerarbeit oder zu geringerem Gespinnst verwendet werden kann.

Gewöhnlich ist die Zurichtung der Flachsfaser mit der Arbeit des Hechelns beendigt, in speciellen Fällen, wo besondere Reinheit und Feinheit der Fasern erforderlich ist, vervollständigt man die Wirkung der Hechel durch Klopfen und Bürsten und durch Kochen mit Seifenlösung.

Ausbeute an Flachs. Der durchschnittliche Ertrag an geschwungenem Flachs und Leinsamen beträgt pr. Morgen 246 Pfd. Flachs und 220 Pfd. Leinsamen.

100 Pfund gerösteter und gedörrter Flachs		
wiegen nach dem Brechen	45—48 Pfund	
„ „ „ Schwingen oder Rippen	15—25 „	
„ „ „ Hecheln	10 „	

Dabei erhält man 5—10 Pfund Schwingwerg und 5—15 Pfund Hechelwerg.

Spinnen des Flachses. Das Spinnen des gehechelten Flachses bezweckt dessen Umwandelung in Garn. Das Spinnen kann geschehen auf dem Spinnrade (Handspinnerei), oder auf Maschinen (Maschinenspinnerei).

Die Aufgabe der Spinnerei ist, die Fasern des gehechelten Flachses so auszuziehen und anzuordnen, dass sie einen Faden von möglichst gleicher Dicke bilden, und dann diesem Faden die Drehung zu geben. Das Spinnen auf dem Spinnrade ist allgemein bekannt. Die Verarbeitung in den mechanischen Spinnereien zerfällt in folgende Abtheilungen:

1) der gehechelte Flachs wird in ein Band von ziemlich gerade und parallel liegenden Fasern, die Grundlage des künftigen Garnfadens verwandelt;

2) dieses Band wird gestreckt; dadurch wird dasselbe verfeinert und die parallele Lage der Fasern vollkommen bewirkt;

3) das gestreckte Band wird durch weiteres Strecken und geringes Drehen in den Vorgespinnstfaden verwandelt;

4) der Vorgespinnstfaden geht durch fortgesetztes Strecken und verstärktes Drehen in das Feingespinnst, in das Garn über.

Das Werg wird ebenfalls auf Maschinen zu Gespinnst verarbeitet; indem dasselbe zuerst ähnlich der Baumwolle gekratzt, auf der Kratzmaschine in Bänder verwandelt und übrigens wie der Flachs behandelt wird.

Das Leingarn wird gehaspelt, dann entweder roh, oder gebleicht zu Geweben verarbeitet. Die durch Drehen (Zwirnen) vereinigten Fäden irgend eines Gespinnstes bilden den Zwirn.

Weben des Leingarnes. Beim Weben des Garnes werden Fäden parallel neben einander aufgespannt (die Kette) und durch dieselben Fäden so rechtwinklig geführt (der Einschuss, Schuss, Einschlag), dass dichte Gewebe entstehen, die man mit Leinene Zeuge. dem Namen leinene Zeuge zusammenfasst. Durch die Umkehr des Einschusses an den beiden Rändern des Gewebes, wobei derselbe die äussersten Kettenfäden umschlingt, entsteht die Kante oder Sahlleiste.

Arten der Leingewebe. Die wichtigsten Leinwandsorten sind ohne Zweifel die glatten weissen, welche die Namen Leinwand, Leinen oder Linnen führen. Doch werden auch geköperte und gemusterte sehr häufig angewendet. Zur Verfertigung farbigen Zeugs muss das dazu bestimmte gefärbte Garn schon beim Aufbäumen geordnet werden, und beim Weben selbst, welches allerdings mühsamer als das der gewöhnlichen glatten weissen Zeuge ist, muss der Arbeiter eben so viele Schützen haben, als beim Einschlage Fäden von verschiedener Farbe vorhanden sein sollen. Der zu Tafelzeugen bestimmte leinene Damast, welcher grosse Muster wie Blumen, Landschaften, Porträts u. s. w. enthält, wird eben so, wie der Drell oder Zwillich, auf dem Jacquard-Stuhl gewebt. Der Zwillich ist auf beiden Seiten rechts, während der leinene Damast dies bloss auf einer Seite ist. Beim Zwillich bildet der Einschlag die Figuren, während dies beim Damast durch die Kette geschieht.

Der Batist ist eine aus dem feinsten Gespinnst nicht sehr dicht gewebte Leinwand. Der Flachs dazu wird mit besonderer Sorgfalt gebaut, damit er eine bestimmte Länge erreiche, und das Weben des Zeugs verrichtete man früher in sehr hellen und feuchten Kellern, um das Zerreissen der zarten Fäden möglichst zu verhüten, jetzt ist dies nicht mehr der Fall, sondern man wendet zum Befeuchten eine Lösung von Chlorcalcium an. Das Kammertuch, welches man oft mit Batist verwechselt, ist eben so fein, wie der Batist aber weniger dicht. Aus der Picardie erhalten wir Kammertuch von so grosser Feinheit, dass ein Stück von 22 Ellen kaum 12—16 Loth wiegt. Schleier, Klar oder Schier unterscheidet sich von dem Batist nur durch grössere Lockerheit des Gewebes. Fast eben so locker ist Linon,

welches das Mittel zwischen Batist und Schleier hält. Die leinene Gaze, ein dünnes, florartiges gewebtes Zeug ist dem Linon ähnlich. Creas, eine urprünglich spanische feine Leinwand, aus vorher schon gebleichtem Garn gewebt, nimmt nach dem Mangen und Glätten ein sehr angenehmes, seidenartiges Ansehen an. Der Tüll (den man auch aus Baumwollengarn macht) ist ein aus gebleichtem Leingarn durchbrochen gewebtes Zeug, welches stark gesteift und unter andern zum Durchnähen mit Zierrathen benutzt wird.

Die gröbste, meistens hänfene Leinwand ist das Segeltuch, das Matrosenlinnen und die Pack- und Sackleinwand. Das sogenannte Bleichtuch ist eine Art grober Leinwand, welche in den Wachsbleichen zu der Unterlage des zu bleichenden Wachses gebraucht wird.

Appretur. Die fertigen Zeuge werden gebleicht und dann, um ihnen ein gefälliges Ansehen zu geben, appretirt. Die Appretur zerfällt in das Stärken, Glätten und Pressen. Durch das Stärken wird die Leinwand steif und zur Annahme des Glanzes geeignet. Das Glätten und Pressen geschieht entweder auf Mangen oder Rollen, oder vermittelst eines aus 3—5 Walzen bestehenden Kalenders. — Von dem Bleichen der leinenen Zeuge wird weiter unten die Rede sein.

Der Hanf und andere weniger wichtige Gespinnstpflanzen.

Hanf. Der Hanf (*Cannabis sativa*) wird hauptsächlich wegen des Bastes seiner Stengel angebaut. Der daraus gewonnene Faden ist zwar etwas grob, hat aber dafür ganz besondere Festigkeit und lässt sich daher kaum durch ein anderes Material zu Tauwerk und Segeltuch ersetzen. Nicht minder wird aber auch das Hanfgespinnst zu häuslichem Gebrauch vielfach verwendet. Die Verarbeitung der Hanfstengel nimmt im Wesentlichen mit jener des Flachses überein. Der Hanf wird nämlich im Wasser geröstet, getrocknet, gebrochen und auf der Hanfreibe zerquetscht. Die ältere Art derselben (Fig. 142) besteht aus einem grossen Steinkegel, der mit Hülfe einer Axe an einer verticalen Welle angebracht ist und sich mit dieser in einer Kreisbahn bewegt. Vortheilhaft sind die neuen Hanfreiber (Fig. 143), deren Construction

Fig. 142.

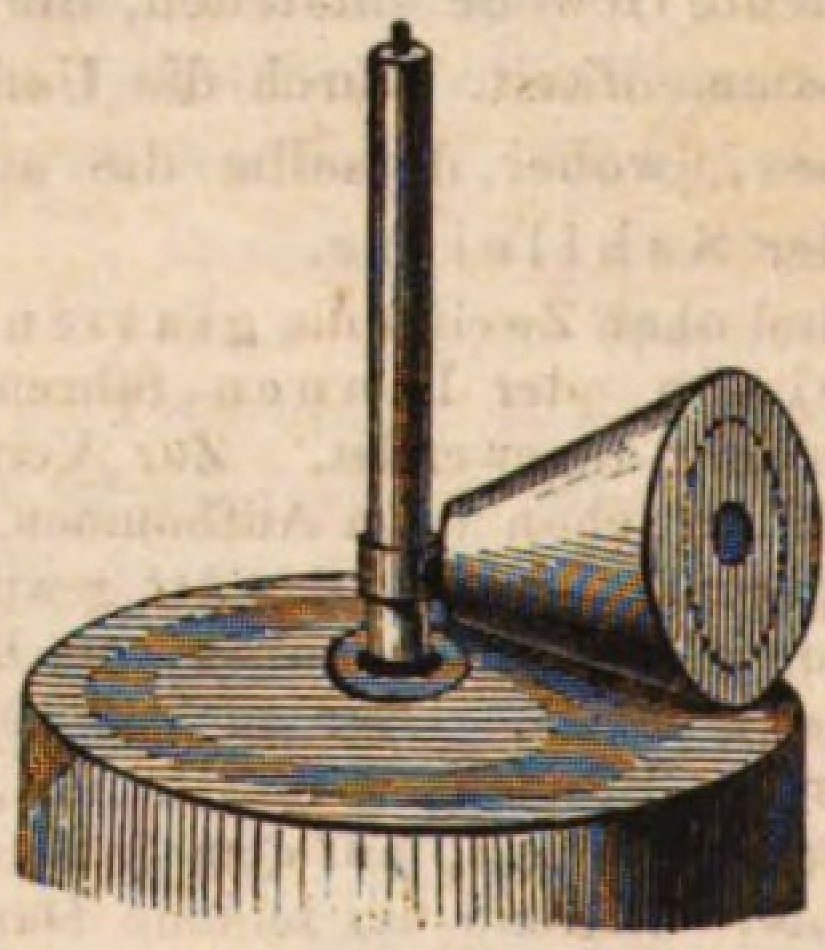
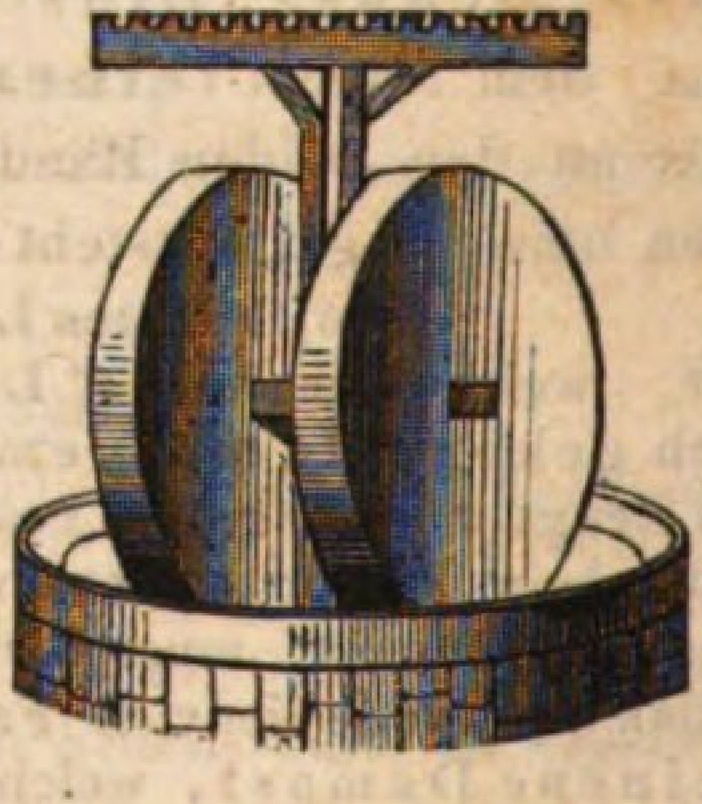


Fig. 143.



aus beistehender Zeichnung erhellt. Der geriebene Hanf heisst Reinhanf, der seiner Länge wegen beim Spinnen Schwierigkeiten darbietet und deshalb in 2 bis 3 Theile zerrissen wird, was man Stossen nennt. Hierauf folgt das Schwingen und Hecheln.

Andere Gespinnstpflanzen. In neuerer Zeit sind verschiedene, meist ausländische Faserstoffe als Stellvertreter des Flachses und Hanfes in die europäische Industrie eingeführt worden. Die hauptsächlichsten derselben sind folgende:

I. *Stengelfasern:*

1) Chinesisches Gras oder Tschuma, die Faser von *Urtica s. Boehmeria*

nivea und *heterophylla*, welche in China und Ostindien zur Gewinnung des Faserstoffes Anwendung finden. Die in China gebräuchliche Herstellung der Fäden ist insofern bemerkenswerth, als die Fäden nicht gesponnen, sondern durch Aneinanderstückeln einzelner, Ende bei Ende gelegter und durch Rollen unter der Hand vereinigter Fasern gebildet werden; sie erscheinen daher glatt und nicht gedreht und bieten deshalb einen eigenthümlichen Glanz dar. Es dient zur Herstellung des schönen Gewebes, das unter dem Namen Grasleinen oder *China grass-cloth* bekannt ist. Das Rohmaterial, vom Hause aus grünlich oder braun, lässt sich bleichen und nimmt dann alle Farben an.

2) Die grosse Nessel, *Urtica dioica*, liefert einen feinen Bast, aus welchem das Nesseltuch hergestellt wird.

3) Ramêehanf von *Urtica s. Boehmeria utilis*, einer Nesselart, die auf Borneo, Java, Sumatra und anderen Inseln des indischen Archipels angebaut wird. Er ist 1—2 Meter lang, gelblichweiss, von der Feinheit reingeschwungenen groben Flachses, aber fast glanzlos und steif.

4) Rheahanf (Kankhura- oder Kalluihanf) *Urtica s. Rhea tenacissima*, aus Ostindien. Hat nicht viel Werth als Gespinnstfaser.

5) Jutehanf (*paut-hemp*) von der in Ostindien und China einheimischen Gemüslinde, *Corchorus capsularis*, *C. textilis*, *C. olitorius*, *C. siliquosus*. Das Gespinnstmaterial ist ein brauner, grober und langer Faserstoff, der in England zu dickem Garne versponnen wird, woraus man Sack- und Packtuch webt. Zu Tauwerk kann die Jute den Hanf nicht ersetzen, da sie zu wenig Festigkeit besitzt und im Wasser leicht fault.

6) Hibiscushanf (Bombayhanf oder Umbaree) von *Hibiscus cannabinus*, deren Bastfasern man von dem Holze durch Rösten und Pochen absondert; man verfertigt daraus in England Tauwerk.

7) Sunnhanf (Janapam oder ostindischer Hanf) von *Crotalaria juncea*, ist dem gewöhnlichen Hanfe sehr ähnlich, steht ihm aber an Festigkeit und Länge der Fasern nach.

II. *Blattfasern.*

8) Neuseeländischer Flachs, *Phormium tenax*, eine in Neuseeland einheimische Gespinnstpflanze, deren Blätter zahlreiche gerade Längenfasern von ziemlicher Feinheit, weisser Farbe und Seidenglanze enthalten. Das zubereitete Material ist dem gewöhnlichen Hanfe ähnlich, jedoch härter, steifer und rauher.

9) Aloëhanf (Pitta oder Pite) kommt aus Peru, Westindien, Mexico und Ostindien und besteht aus den gereinigten Fasern der Blätter mehrerer Agavearten, wie *A. americana*, *A. vivipara*, *A. foetida* etc. Er ist gelblichweiss und wird hauptsächlich zu Seilerwaaren verarbeitet.

10) Manilahanf (Pinasfaser oder Avaka) kommt von *Musa textilis*, *M. troglodytarum* und *M. paradisiaca*, die in Ostindien und mehreren Inseln des indischen Archipels wachsen. Er kommt im Handel vor in gelblichweissen oder bräunlichgelben Fasern von 1,3—2,2 Meter Länge, die zum Theil in bastähnliche Streifen vereinigt sind, durch Hecheln aber fein zertheilt dargestellt werden können. Die weisse Sorte zeigt nach dem Hecheln einen Seidenglanz und wird zu Glockenzügen, Taschen u. dergl. verarbeitet, auch zuweilen als Einschuss in Möbeldamaste verwendet. Die geringeren und gefärbten Sorten Manilahanf dienen zu Seilerarbeiten.

11) Ananashanf (oder Pinna) kommt aus Westindien, Central- und Südamerika und besteht aus den Bastfasern der gewöhnlichen Ananas (*Ananasssa sativa s. Bromelia ananas*) und anderen Ananasarten. Er eignet sich ziemlich zu feinen Geweben.

12) Pikabahanf (oder Piassava) aus den Blättern der *Attalia funifera*, einer in Brasilien wachsenden Palme, wird zu Seilerwaaren verwendet.

III. *Fasern aus Fruchthüllen.*

13) Kokosnussfaser (Coir) ist der rothbraune Faserstoff, mit welchem die Schale der Kokosnüsse (von *Cocos nucifera*) äusserlich umhüllt ist. Sie besitzt grosse Elasticität und Stärke und wird zu Seilen, Teppichen, Matten, Flechtwerken u. s. w. verarbeitet.

Die Baumwolle.

Baumwolle. Die Baumwolle oder Cotton ist die Samenwolle der Früchte mehrerer Staudengewächse aus der Gattung *Gossypium*, welche in allen warmen Ländern, besonders in den Südstaaten der nordamerikanischen Union, Brasilien, Westindien, Aegypten, Ostindien, Algerien, Südeuropa (Sicilien, Neapel, Malta, Türkei, Spanien) angebaut werden. Die Frucht besteht aus einer drei- bis fünffächerigen Kapsel von der Grösse einer welschen Nuss, in der sich die erbsengrossen schwarzen Samen von weisser Wolle umgeben befinden. In einer Art der Baumwollenstaude (*Gossypium religiosum*) ist die Baumwolle gelb gefärbt; sie wird von den Chinesen zur Fabrikation des Nanking angewendet. Wenn die Kapseln reif sind, so platzen sie auf und die Wolle tritt heraus; in jeder Zelle liegt ein Büschel Baumwolle, deren Fasern an den Samen festsitzen. So wie die Baumwolle nach Europa kommt, hat sie schon an ihren Erzeugungsorten eine vorläufige Reinigung erlitten, indem sie egrenirt, d. h. von den Samenkörnern sorgfältig befreit worden ist. Wollte man die Baumwolle mit den Samen verpacken, so würde dieselbe schmutzig und ölig, und zum Verspinnen untauglich werden. In den Vereinigten Staaten, wo der Aufschwung der Baumwollenerzeugung ein ausserordentlicher, wendet man zum Egreniren eine von den Walzwerken verschiedene Maschine an, nämlich die Entkörnungsmaschine von Whitney, deren wirkende Hauptttheile Kreissägeblätter sind. Es befinden sich an einer horizontalen Achse 18—20 solcher Sägeblätter, die sich wenigstens 100mal in einer Minute umdrehen. Diese Sägen greifen mit einem Theile ihrer Peripherie zwischen den Stäben eines engen Gitters durch, fassen mit ihren spitzen Zähnen die dort hingelegte Baumwolle und ziehen sie herum, ohne die Samenkörner mitzunehmen, da für diese die Oeffnungen des Gitters zu eng sind. Bei zwanzig Sägeblättern reinigt eine solche Maschine gegen 400 Pfund, bei 80 Sägeblättern bei einer Consumtion von 2 Pferdekräften gegen 500 Pfund rohe Baumwolle. Man benutzt die Baumwollensamen zum Verfüttern, zum Düngen und zur Oelbereitung (in Amerika erhält man aus 30 Pfund Baumwolle Körner zu einem Pfund Oel).

Arten der Baumwolle. Man unterscheidet die Baumwolle nach den Ländern und nach den Stapelplätzen als nordamerikanische (Sea Island oder lange Georgia, Louisiana, Alabama, Tennessee, Georgia, Virginia), südamerikanische (Fernambuk, Siara, Bahia u. s. w.), columbische, peruanische, westindische (Domingo, Bahama, Barthelemy), ostindische (Surate, Manilla, Madras, Bengal), levantische (macedonische, smyrnaer) und europäische (spanische: Motril, sicilianische: Castellamare und Bianca, maltesische) Sorten.

Die Gesammtproduktion an Baumwolle betrug im Jahre 1860:

in der Union	3,350,000	Ballen
„ Brasilien	165,000	„
„ Westindien	18,000	„
„ Aegypten	130,000	„
„ Ostindien	850,000	„
	4,513,000	Ballen

Das Gewicht eines Ballens schwankt zwischen 3 und 4 Zollcentnern.

Spinnen derselben. Die Reihe der Arbeiten, welchen die Baumwolle bis zur vollendeten Darstellung des Baumwollengarnes unterworfen wird, ist in den Spinnereien folgende:

I. *Die Auflockerung und Reinigung des Rohmaterials*, wodurch die durch das Pressen vor der Verschiffung zu festen Knollen und Klumpen verdichtete Wollmasse wieder zertheilt wird, die Fasern nach und nach auf das vollständigste von einander gelöst und zugleich die, oft noch in grosser Menge vorhandenen Reste der Samenkörner, sowie Sand, Staub und andere Unreinigkeiten entfernt werden. Die Bearbeitung geschieht zunächst entweder α) durch Klopfen und Schlagen mit der Hand, oder β) mit dem Wolf, welcher die Auflockerung durch einen mit spitzigen eisernen Zähnen besetzten Cylinder bewirkt, und

γ) dem Willow (Zauseler), eine dem Wolf verwandte Maschine, aber mit stumpfen Stiften oder Pflöcken versehen. Die Fortsetzung der Auflockerung und Reinigung geschieht mittelst der Schlagmaschinen (Flackmaschinen) wesentlich aus einem Flügelrad und einem Ventilator bestehend; die Schläge der Flügel trennen die Wollfasern von den Unreinigkeiten, welche letztere durch den Luftstrom fortgeweht werden oder durch den Rost fallen. Um eine vollkommene Bearbeitung zu erlangen, gebraucht man zwei solcher Maschinen nach einander. Die beiden Schlagmaschinen heissen α) die Putzmaschine (*batteur éplucheur*), sie enthält zwei Flügelräder (Schläger) hintereinander und bewirkt also eine zweimalige Bearbeitung der Baumwolle, welche zuletzt als eine lockere, aber noch nicht völlig gereinigte Masse hervorgeht; β) die Watten- oder Wickelmaschine (*batteur étaleur*), welche nur einen, viel schneller umlaufenden Schläger hat und zugleich eine Vorrichtung enthält, wodurch die nun schon ziemlich gereinigte Baumwolle in Form einer lose zusammenliegenden Fläche (Watte, Pelz) auf eine Walze (Wickel) aufgerollt wird, welche man sodann der Kratzmaschine vorlegt. Unter dem Namen Epurateurs construirt man in neuerer Zeit Maschinen, welche zwischen den Schlagmaschinen und Krempeln inne stehend, die Wirkungsweise beider mit einander vereinigen und die Anwendung derselben ganz oder theilweise ersetzen. Der Epurateur eignet sich vorzüglich zur Wattenfabrikation.

II. *Das Krempeln, Kratzen oder Kardiren.* Die natürliche und verwirrte Lage der Baumwollfasern wird durch die Behandlung mittelst der Auflockerungsmaschinen keineswegs gehoben, eher fast noch vermehrt. An ein Verspinnen der aufgelockerten Baumwolle ist daher erst dann zu denken, wenn sie vorläufig vollkommen gerade gestreckt und in parallele Lage zu einander gebracht sind. Dieser Forderung zu genügen, sind zunächst die Krempel- oder Kratzmaschinen bestimmt, deren Hauptbestandtheile mehrere auf ihrer Oberfläche dicht mit Drahthäkchen besetzte Walzen und flache Hölzer sind, zwischen welchen die Baumwolle dünn ausgebreitet durchgeführt und gleichsam gekämmt wird, wobei zugleich die noch vorhandenen kleinen Unreinigkeiten abfallen. Ein Kamm mit feinen Stahlzähnen löst von der letzten Walze die Baumwolle in Gestalt einer zarten, aus ziemlich parallel liegenden Fasern bestehenden Fläche (Vliess) ab. Das Krempeln wird in der Regel zwei Mal und zwar mit folgenden Maschinen vorgenommen: α) die Reisskrempel oder Vorkratze, welche das Vliess selbst auf eine hölzerne Trommel wickelt; β) die Feinkrempel oder Feinkratze, welche das von der Reisskrempel gelieferte Vliess verarbeitet und daraus ein neues Vliess bildet, welches, nachdem es mittelst des Kammes abgelöst ist, sogleich durch einen Trichter geht, und darin seiner Breite nach dergestalt zusammengedrängt wird, dass es die Gestalt eines schmalen und lockeren Bandes annimmt.

Häufig lässt man auch schon durch die Vorkratze Bänder bilden, von denen man eine Anzahl mit Hülfe einer besonderen Maschine, dem Doubleur oder der Lappingmaschine zu einem breiten Vliesse vereinigt, welches man der Feinkratze vorlegt; letzteres Verfahren, obgleich weitläufiger, hat den Zweck, eine gleichmässigere Vertheilung der Baumwolle in dem auf der Feinkratze entstehenden Bande hervorzubringen.

In neuerer Zeit wendet man zuweilen statt des Krempelns, das Kämmen der Baumwolle an. Man beabsichtigt dadurch theils eine Trennung der langen Fasern von den kurzen, um erstere allein zur Erzeugung der höheren Garnnummern benutzen zu können, theils auch bei der langen Georgia (Sea-Island), um die ausgekämmten langen Fasern mit Seide (Florettseide) vereinigt zu verspinnen.

III. *Das Strecken oder Laminiren* der gekrempelten Baumwolle. Die Operation des Streckens und die des damit in Verbindung stehenden Doublirens hat den Zweck, die Fasern der von der Krempel kommenden Bänder mehr parallel zu legen und ihre ungleiche Dicke zu beseitigen. Die hierzu in Anwendung kommende Maschine, die Strecke, besteht aus 2 bis 6, gewöhnlich aber aus drei Paaren kleiner Walzen, durch welche die von der Krempel kommenden Bänder wiederholt gehen müssen. Die Bänder werden hier ausserordentlich stark in die Länge gezogen, aber trotzdem wenig oder gar nicht verdünnt, weil man so ziemlich in demselben Verhältnisse doublirt, d. h. eine gewisse Anzahl von Bändern neben einander legt und daraus ein einziges Band macht.

IV. *Das Vorspinnen.* Die Umwandlung des gestreckten Bandes in einen Garnfaden ist, was man eigentlich Spinnen nennt; denn die bisher angeführten Operationen sind nur Vorbereitungen dazu, durch welche man beabsichtigt, der Faser eine zum Ausziehen des Fadens geeignete Gestalt und Beschaffenheit zu geben. Da nun aber das von der Strecke gelieferte Band oft weit über 100 Mal gröber ist als der daraus zu spinnende Garnfaden, so lässt sich die nothwendige Ausdehnung und Verfeinerung nicht auf einmal vornehmen, sondern sie muss stufenweise geschehen, indem man sie mittelst 3 oder 4 successiv ange-

wendeten Maschinen verrichtet. Diese fortschreitende Dehnung unter gleichzeitiger Anwendung der Drehung bildet das Vorspinnen, durch welches grober, lockerer Faden, das Vorgespinnst entsteht. Bei der Erzeugung aller mittelfeinen und feinen Garne wird das Vorspinnen zwei Mal vorgenommen, wobei das erste Mal grobes Vorgespinnst (Lunte), das zweite Mal dünnes Vorgespinnst oder Vorgarn erhalten wird. Aus letzterem wird sodann auf der Spinnmaschine, durch das Feinspinnen das Garn hervorgebracht.

Die gestreckten Bänder können nicht ohne Weiteres bedeutend in die Länge gezogen werden ohne abzureissen. Lässt man aber auf das Ausziehen sogleich eine Drehung folgen, durch welche die Fasern um einander herum gewunden und in Folge des daraus hervorgehenden Druckes einander genähert werden, so ist das Ausziehen der Bänder zu einem selbstständigen Faden möglich. Es giebt zweierlei Wege, dieses Ziel zu erreichen, entweder man ertheilt dem Vorgespinnst eine bleibende Drehung, oder man dreht es nur vorübergehend, d. h. die gegebene Drehung wird von der Maschine selbst sofort wieder aufgehoben, so dass nur die davon bewirkte Zusammendrängung der Fasern als sichtbarer Erfolg übrig bleibt. Hiernach zerfallen die Vorspinnmaschinen in α) Vorspinnmaschinen mit bleibender Drehung (oder bleibendem Drahte), von denen die wichtigeren sind: die Kannenmaschine oder Laternenbank, die Banc-Abegg, die Spulenmaschine, die Spindelbank, die gebräuchlichste der Vorspinnmaschinen, in Sachsen und Norddeutschland überhaupt kurz der Flyer, in Süddeutschland und der Schweiz die Banc à broches genannt; β) Vorspinnmaschinen mit vorübergehender Drehung (oder falschem Draht), von denen die hauptsächlicheren sind: die Röhrenmaschine, die Eklipsemaschine, die Würgelmaschine oder der Rota-frotteur.

Feinspinnen. Das Ausziehen des Vorgespinnstes zu *Feingespinnst* (Garn, Twist) geschieht entweder durch zeitweises Festhalten des Fadens vermittelst einer Klemme (auf der Jenny, die jetzt nicht mehr angewendet wird), oder durch ununterbrochenes Ausziehen zwischen Walzenpaaren, von denen die nächstfolgenden schneller sich umdrehen, als die vorhergehenden (auf der Drosselmaschine und der Mulemaschine, welche, wenn Handarbeit zur Bewegung des zum Spinnen und Aufwinden der Fäden erforderlichen Wagens dient, Handmule, bei Anwendung von Dampf- oder Wasserkraft Selfactor genannt wird). Das fertige Gespinnst wird auf der Weife oder dem Haspel in Gebinde und Strähne aufgewunden und dann nach den Feinheitsnummern sortirt.

Garn. V. Das von den Spinnmaschinen gelieferte Garn unterscheidet man als Muletwist und Watertwist; ersteres zeichnet sich durch seine lockere, wenig gedrehte Beschaffenheit aus. Letzteres ist stärker gedreht und wird ausschliesslich als Kettgarn benutzt.

Baumwollgewebe. Die Baumwollgewebe sind: 1) glatte (leinwandartige), 2) geköperte, 3) gemusterte und 4) sammtartige.

a) Zu den glatten (leinwandartigen) Baumwollgeweben a) mit parallelen Kettfäden gehören: 1) Kattun (als Druckkattun oder als Baumwoll-Leinwand); 2) Nanking; 3) Shirting (Hemdenkattun, Futterkattun); 4) Kambrik (Kammertuch); 5) Baumwollbattist (schott. Battist); 6) Jaconet; 7) Perkal (zum Druck bestimmter Perkal heisst Kaliko); 8) die aus ganz oder theilweise gefärbtem Garn gewebten Zeuge Gingham, Baumwoll-Barège, Haincord; 9) die locker gewebten Zeuge Musselin (Vapeur, Zephyr), Organdin (Mull, Linon); Baumwoll-Stramin; b) mit gekreuzten Kettfäden: 10) Tüll und Gaze.

b) Zu den geköperten Baumwollstoffen gehören: 1) Köper oder Croisé; 2) Baumwollmerino; 3) Drill oder Drell; 4) Bast; 4) Satin (engl. Leder); 6) Barchent (*fustian*).

c) Der gefärbte rauhe und gleich dem Wolltuch geschorene Barchent heisst Beaverteen, der feinere Moleskin.

d) Zu den gemusterten Baumwollstoffen gehören 1) Dimity (Wallis); 2) gemusterte Drelle und Barchente; 3) Baumwolldamast; 4) Piqué.

e) Zu den sammtartigen Baumwollstoffen gehören: 1) Manchester; 2) Baumwollsammt (*velvet*).

Stellvertreter der Baumwolle. Es sind verschiedene Ersatzmittel für die Baumwolle vorgeschlagen worden. Man hat bis jetzt aber noch kein Material gefunden, das vollkommen die Baumwolle zu ersetzen im Stande wäre. Einige dieser sogenannten Ersatzmittel sind die schwarze Pappel (*Populus nigra*) und die Espe (*P. tremula*), deren Wolle nur die

Elasticität fehlt, um als Stellvertreter der Baumwolle dienen zu können, die Binse (*Juncus effusus*), die deutsche Tamariske, Disteln und Grauwolle (*Agrostis*), die *Salix pentandra* und die Flachsbaumwolle.

Cottonisiren des Flachses. Vor einigen Jahren hat die Bereitung der Flachsbaumwolle durch Claussen, oder durch das Verfahren, kurzfaserigen Flachs darzustellen, welcher gefilzt, gekratzt und auf der Baumwollspinnmaschine entweder für sich oder mit Baumwolle versponnen werden kann, überhaupt in den Haupteigenschaften mit der Baumwolle übereinstimmen soll, viel von sich reden gemacht, indem man schon die Hoffnung hegte, dass dadurch der Baumwollindustrie ein inländisches Rohmaterial gegeben worden sei. Was den Flachs in dieser Beziehung von der Baumwolle unterscheidet, ist die Zusammengesetztheit und die Länge seiner Faser. Letztere soll auf einer Schneidemaschine auf die Länge der Baumwollfaser reducirt, das Auflösen der zusammengesetzten Fasern in Primitivfasern auf chemischem Wege bewirkt werden. Claussen bringt zu diesem Zweck den Flachs in eine concentrirte Lösung von zweifach kohlensaurem Natron, und sodann in ein saures Bad (1 Th. Schwefelsäure und 200 Th. Wasser). Der Flachs verwandelt sich dadurch in eine flaumige Masse, die im gebleichten Zustande der Baumwolle ähnlich ist. Das Claussen'sche Verfahren ist aber keine Verbesserung, sondern eine Verschlechterung des Flachses, da derselbe seine Haupteigenschaften, Länge und Stärke, durch das Cottonisiren verliert, ausserdem auch die Festigkeit der Faser dabei leidet.

Die Unterscheidung der Baumwoll- von der Leinfaser.

Unterscheidung der Baumwollfaser von der Leinfaser. Durch das jetzt sehr übliche Verspinnen und Verweben von mit Baumwolle gemischten Leinen ist ein sicheres Mittel Bedürfniss geworden, Baumwolle von Leinen zu unterscheiden. Die Prüfungsmethoden zur Unterscheidung beider gründen sich entweder auf geringe chemische Unterschiede, oder auf unter dem Mikroskop wahrnehmbare Verschiedenheiten in der Gestalt. Die chemischen Verschiedenheiten der Leinfaser und der Baumwolle sind zu geringe, als dass die Prüfungsmethoden, die sich darauf gründen, hinlängliche Sicherheit für die Unterscheidung in schwierigen Fällen gewähren könnten. Thierfasern (wie Seide und Schafwolle) und Pflanzenfasern zu Geweben verarbeitet, unterscheiden sich chemisch dergestalt von einander, dass schon ihr Verhalten zu chemischen Agentien zur Unterscheidung vollkommen hinreicht.

Die physikalische Beschaffenheit der Fasern, z. B. die Art und Weise, wie die Fasern Farbstofflösungen aufnehmen, wie sie durch Oel mehr oder weniger durchscheinend werden, liefert uns Prüfungsmethoden, die für einzelne Fälle, wie wenn es sich um den Nachweis von Baumwolle in Leinwand handelt, sehr wohl anzuwenden, aber keineswegs unfehlbar sind. Einige der älteren Methoden sind auch in der Zukunft nicht zu entbehren. Eine genügende Sicherheit in schwierigen Fällen gewährt aber nur das Mikroskop.

Von den wichtigeren Prüfungsmethoden zur Erkennung der Baumwolle in leinenen Geweben seien folgende angeführt:

Die Schwefelsäureprobe, von Kindt und Lehnert empfohlen. Die mit Seifenwasser etc. vollkommen von der Appretur befreite trockne Probe taucht man zur Hälfte in Schwefelsäure von 1,83 spec. Gewicht, und zwar 1—$1^1/_2$ Minute lang ein; alsdann wirft man sie in Wasser, woselbst sie einige Augenblicke ruhig bleibt, um dann ausgewaschen und getrocknet zu werden. Die Schwefelsäure zerfrisst die Baumwolle um so viel rascher als das Leinen; es werden daher gemischte Fäden verdünnt, rein baumwollene Fäden ganz entfernt. Da reines Leinen indessen ebenfalls verdünnt wird, so ist die Probe im ersten Falle etwas misslich, aber im anderen Falle sicher. Gefärbte Muster werden am besten zuerst entfärbt oder gebleicht.

Die Farbeprobe, von Elsner, ist in sehr vielen Fällen brauchbar, aber nicht immer ausreichend, namentlich bedarf sie eines sehr geübten Auges, um die feinen Farbenunterschiede zu erkennen. Als Farbetinktur wählt man den weingeistigen Auszug der Färberröthe (Rubia tinctorum). Ein halb Loth der zerschnittenen Wurzel wird in einem

Glaskolben mit 6 Loth Alkohol von 94 pCt. übergossen und 24 Stunden lang bei gewöhnlicher Temperatur unter öfterem Umschütteln damit in Berührung gelassen. Die dadurch entstandene klare braungelbe Tinktur wird durch weisses Löschpapier filtrirt und zum Gebrauche aufbewahrt. Reine Leinengewebe färben sich beim Eintauchen in diese Tinktur nach $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{4}$ Stunde gleichförmig unrein orangenroth, reine Baumwollgewebe dagegen gleichförmig gelb; ist das Gewebe gemischt, so erscheinen die Leinenfäden gelbroth, die Baumwollfäden gelb, das Ganze erscheint daher nicht gleichförmig gefärbt, sondern gestreift. Werden die Gewebestreifen vor dem Eintauchen an den Kanten 2 Linien breit ausgezupft, was übrigens von wesentlichem Einfluss auf die Erkennung der einzelnen Fäden ist, so tritt die Erscheinung so deutlich hervor, dass die einzelnen verschieden gefärbten Fäden von Leinen und Baumwolle an den ausgezupften Kanten mit Leichtigkeit gezählt werden können.

Die von Elsner vorgeschlagene Entfärbungsprobe gründet sich darauf, dass der mit Cochenille gefärbte Leinfaden sich durch eine schwache Chlorkalklösung später entfärbt, als der ebenso gefärbte Baumwollfaden. Die zu prüfende Leinwand muss vor der Färbung durch Cochenille von aller Appretur befreit werden. Die gefärbte und getrocknete Probe wird auf die Oberfläche einer schwachen und filtrirten Chlorkalklösung gelegt. Die Entfärbung der Baumwolle erfolgt schon nach einigen Secunden.

Die Oelprobe, von Frankenstein angegeben, ist für ungefärbte Gewebe vortrefflich und wegen ihrer Einfachheit besonders zu empfehlen. Man taucht ein Stückchen der zu prüfenden Leinwand in Baumöl oder Rüböl. Das Oel wird vom Gewebe sehr schnell aufgesogen; durch gelindes Pressen zwischen Löschpapier entfernt man das überschüssige Oel. War das Gewebe gemischt, so erscheint dasselbe gestreift, der Leinfaden wird durchsichtig, der Baumwollfaden bleibt undurchsichtig. Legt man die mit Oel getränkte Leinwand auf eine dunkle Fläche, so erscheinen die jetzt durchscheinenden Leinenfäden dunkler, als die neben ihnen liegenden Baumwollfäden. Nach besser bewährt sich die Probe unter der Lupe. Auch hier ist es anzurathen, aus der Leinwand, ehe man sie mit dem Oele tränkt, mehrere Faden am Rande des zu prüfenden Gewebes zu zupfen.

Die Kaliprobe von Böttger angegeben. Aus Leinfasern bestehende Gewebe sollen in concentrirter Kalilösung innerhalb 2 Minuten tiefgelb gefärbt erscheinen, während aus Baumwolle bestehende Gewebe eine nur schwachgelbe Färbung annehmen; gemischte Gewebe sollen nach dieser Methode gestreift erscheinen. Die Kaliprobe gewährt nur geringe Sicherheit.

Die Verbrennungsprobe nach Stöckhardt. Ein Leinenfaden in senkrechter Stellung angebrannt, erscheint nach dem Erlöschen der Flamme am angebrannten Ende in glatter zusammenhängender Form verkohlt, während ein Baumwollfaden, eben so behandelt, sich pinselförmig ausspreizt. Dieser Versuch gelingt auch mit gefärbter Waare, die mit Chromgelb (chromsaurem Bleioxyd) gefärbten Gewebe ausgenommen.

Nach der Röstprobe wird das zu prüfende Gewebe, nach sorgfältigem Auswaschen der Appretur, in einem Glasrohr über der Spirituslampe so lange erhitzt, bis es strohgelb erscheint. Bei der Betrachtung unter dem Mikroskop lassen sich dann die gekräuselten Baumwollfasern von den gestreckten glänzenden Flachsfasern unterscheiden.

Hanf und Flachs lassen sich, ausser durch das Mikroskop, nur schwierig von einander unterscheiden. Salpetersäure kann jedoch hierbei angewendet werden, da sich die Leinen-(Flachs-) faser in gewöhnliche Salpetersäure getaucht, nicht färbt, während die Faser des Hanfes nach einigen Secunden blassgelb erscheint, die Faser des neuseeländischen Flachses (Phormium tenax) dagegen blutroth gefärbt wird.

Nach O. Zimmermann soll die Beimischung von Baumwolle in Leinwand entdeckt werden können, wenn man das zu prüfende Gewebe 8—10 Minuten in ein Gemisch von 2 Theilen Salpeter und 3 Theilen englischer Schwefelsäure eintaucht, auswäscht, trocknet und mit alkoholhaltigem Aether behandelt. Die beigemischte Baumwolle löse sich alsdann als Collodium auf, die Leinenfaser nicht.

Zur Unterscheidung thierischer und vegetabilischer Fasern wendet man das Anzünden an. Nähert man einen Seidenfaden der Lichtflamme, so entzündet er sich und verbreitet einen Geruch nach verbrennendem Horn oder Federn, brennt aber nur so lange fort, als man ihn in dem Grade, als er verzehrt wird, weiter in die Flamme schiebt. Entfernt man ihn aus der Flamme, so erlischt er, und an dem angebrannten Ende des Fadens bleibt eine schwarze, kohlige Masse, welche dicker ist als der Faden. Bei einem Schafwollfaden beobachtet man die nämlichen Erscheinungen, nur ist der dabei auftretende Geruch noch widriger. Leinfaden und Baumwollfaden brennen auch nach dem Entfernen aus der

Flamme fort, und es entwickelt sich dabei kein unangenehmer Geruch. Man benutzt ferner zur Unterscheidung der Thier- und Pflanzenfasern das Kochen mit Kalilauge; Wolle und Seide lösen sich darin auf; Leinen und Baumwolle nicht. Nach Pohl taucht man auch das zu prüfende Gewebe in eine etwas verdünnte Lösung von Pikrinsäure einige Minuten lang, und wäscht es dann sorgfältig aus. Wolle und Seide nehmen dabei eine ächte gelbe Farbe an, während Baumwolle und Leinen weiss bleiben. Diese Methode soll nicht nur bei gemischtem Gewebe, sondern auch bei gemischten Fäden praktisch anwendbar sein.

Fig. 144.

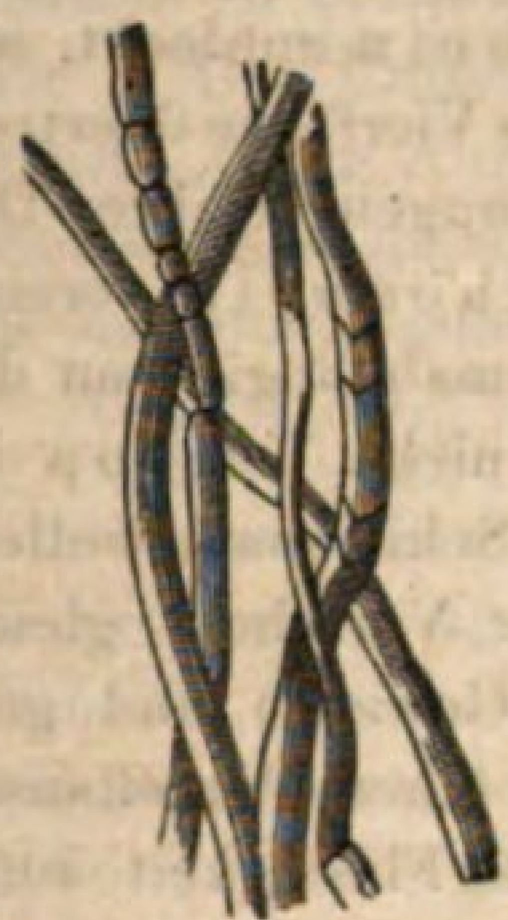


Fig. 145.

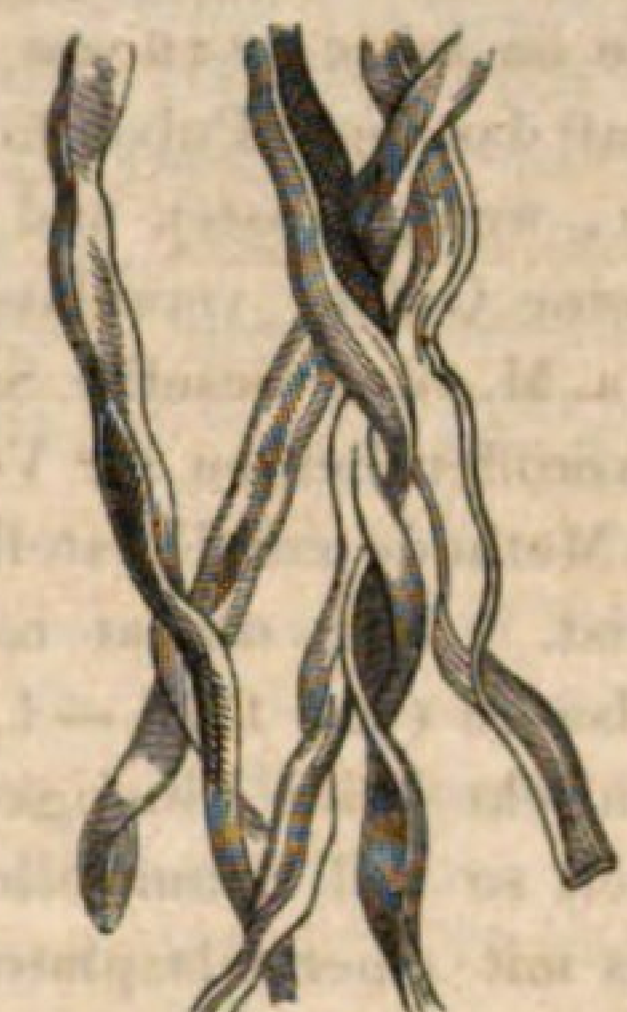


Fig. 146.



Fig. 147.

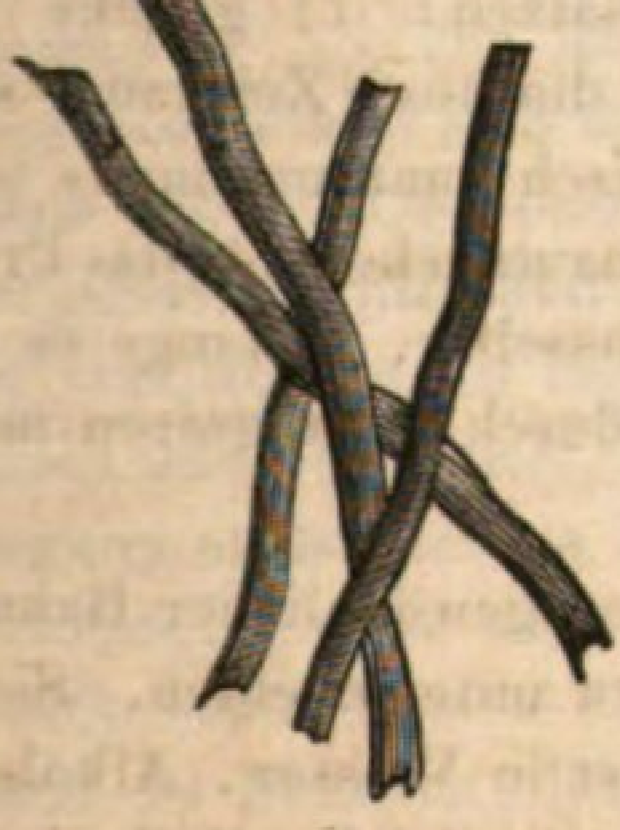


Fig. 148.



Fig. 149.



Als die sicherste Prüfungsmethode ist die mikroskopische Untersuchung der Gewebe zu bezeichnen. Die Leinfaser erscheint unter dem Mikroskop als walzenförmige, niemals platte, unter Wasser gesehen, niemals stark um sich selbst gedrehte Gestalt; sie ist ferner durch ihre schmale, oft nur als Längslinie erscheinende Innenhöhle charakterisirt. Ausserdem ist die Leinenfaser mehr steif und gerade, als die biegsamere Baumwollfaser (Fig. 144). Die Hanffaser ist der Leinenfaser sehr ähnlich, unterscheidet sich von derselben durch ihre häufig verzweigten Enden und ihre starrere Beschaffenheit; ihre Innenhöhle ist gewöhnlich auch weit breiter. Die Baumwollfaser bildet lange, schwach verdickte und deshalb bandartig zusammengefallene, platte Zellen, die unter Wasser gesehen, pfropfenzieherartig um sich selbst gewunden erscheinen (Fig. 145). Die Schafwollfaser ist die dickste aller Fasern; sie erscheint unter dem Mikroskop vollkommen stielrund und mit dachziegelförmig angeordnetem Oberhautschuppen versehen (Fig. 146). Der Seidenfaden (Fig. 147) ist die dünnste aller Fasern; sie erscheint vollkommen rund, glatt, ohne Innenhöhle. Will man einen verwebten Seidenfaden auf seine Aechtheit prüfen,

so wird derselbe unter Wasser auf der Glastafel zerfasert, mit einem Deckglase bedeckt und unter dem Mikroskop betrachtet. Die schmale, runde und glänzende Seide unterscheidet sich sogleich von der mit Schuppen versehenen Wolle (Fig. 148) und der bandförmigen und gedrehten Baumwolle (Fig. 149).

Die Schiessbaumwolle.

Schiessbaumwolle. Die Schiessbaumwolle (Schiesswolle, explosive Baumwolle, Pyroxylin, Fulmicoton) wurde im Jahre 1846 von Schönbein entdeckt, welcher ankündigte, dass dieselbe an Kraft das beste Pulver fast um das Vierfache übertreffe, weder Rückstand noch Rauch gebe, wenig Kosten und Vorrichtungen zu ihrer Darstellung erfordere und bei dieser keine Gefahr veranlasse. Schönbein vereinigte sich mit Böttger in Frankfurt a. M., der dieselbe Substanz unabhängig von dem Ersten entdeckt hat. Beide aber veröffentlichten ihr Verfahren nicht. Knop in Leipzig beschrieb eine Methode zur Darstellung der Schiessbaumwolle, die jetzt die allgemein angewendete ist. Man nimmt nach dieser Vorschrift gleiche Theile käufliche englische Schwefelsäure (von 1,75—1,8 spec. Gewicht) und gewöhnliche rauchende Salpetersäure, mischt beide Flüssigkeiten in einer Porcellanschale und taucht dann in die Flüssigkeit so viel Baumwolle, als die Flüssigkeit aufzunehmen vermag, bedeckt das Gefäss mit einer Glasplatte und lässt das Ganze bei gewöhnlicher Temperatur einige Minuten lang stehen. Darauf nimmt man die Baumwolle heraus, wäscht sie mit kaltem Wasser, trocknet sie in warmer Luft und krämpelt sie nach dem Trocknen, um alle zusammengeballten Theile zu zertheilen. Die Baumwolle darf nicht zu lange Zeit in dem Säuregemisch stehen bleiben, weil sie sich sonst unter heftiger Entwickelung rother Dämpfe auflösen würde. Die in der Pulverfabrik zu Paris hinsichtlich der vortheilhaftesten Fabrikation der Schiessbaumwolle angestellten Versuche führten zu folgenden Erfahrungssätzen: 1) gleiche Theile Schwefel- und Salpetersäure und gereinigte Baumwolle, 2) die beste Zeitdauer scheint 10—15 Minuten zu sein, 3) das einmal gebrauchte Gemisch kann nochmals benutzt werden, dann aber ist die Baumwolle eine längere Zeit einzutauchen, 4) das Präparat muss langsam getrocknet werden, namentlich darf man dasselbe, so lange es feucht ist, keiner höheren Temperatur als 100° aussetzen, 5) durch Imprägniren mit Salpetersäure erhält die Baumwolle noch mehr Kraft.

(Darstellung.)

Eigenschaften der Schiessbaumwolle. Die Schiessbaumwolle hat das Ansehen gewöhnlicher Baumwolle und ist selbst unter dem Mikroskop nicht von derselben zu unterscheiden. Sie fühlt sich aber rauher an und hat an Elasticität verloren; sie ist in Wasser, Alkohol und Essigsäure unlöslich, schwer löslich in reinem Aether, leicht löslich in alkoholhaltigem Aether und Essigäther. Bei längerem Aufbewahren erleidet die Schiessbaumwolle eine freiwillige Zersetzung, die sogar mit einer Selbstentzündung endigen kann; bei dieser Zersetzung entwickeln sich Wasserdämpfe und salpetrige Säure, und der zurückbleibende Theil enthält Ameisensäure. Die Angaben über die Temperatur, bei welcher die Schiessbaumwolle sich entzündet, sind nicht übereinstimmend. Häufig lässt sich die Schiessbaumwolle bei 90—100° ohne Gefahr der Entzündung trocknen, während die Entzündung schon bei 43° vorgekommen sein soll. Die Explosion aber eines kleinen mit Schiessbaumwolle angefüllten Magazins im *Bois de Vincennes* in Paris, das an einem Tage stark von der Sonne beschienen wurde, so wie die fürchterlichen Explosionen in le Bouchet und in Faversham, wo die Temperatur des Trockenraumes nicht über 45—50° steigen konnte, machen die grösste Vorsicht beim Trocknen und der Aufbewahrung der Schiessbaumwolle nothwendig. Sie ent-

zündet sich ferner durch starken Stoss und Schlag, und hinterlässt nach der Verbrennung keine Spur von Rückstand. Auf gekörntem Schiesspulver abgebrannt, entzündet sie dasselbe nicht. Die Schiessbaumwolle ist sehr hygroskopisch, und lässt sich selbst längere Zeit unter Wasser aufbewahren, ohne ihre explosiven Eigenschaften einzubüssen. Nach den besten Analysen hat die Schiessbaumwolle die Formel der:

Trinitro-Cellulose, $C_{12}\ H_7\ (NO_4)_3\ O_{10}$,

sie ist demnach zu betrachten als Baumwolle $C_{12}\,H_{10}\,O_{10}$, in welcher 3 Aeq. Wasserstoff durch 3 Aeq. Untersalpetersäure ersetzt worden sind. Wenn wir von der Schwefelsäure, deren Anwendung zur Darstellung der Schiessbaumwolle durch ihre wasserbildende Eigenschaft bedingt ist, absehen, so lässt sich die Umwandelung der Baumwolle in Schiessbaumwolle durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$\underbrace{C_{12}\ H_{10}\ O_{10}}_{\text{Baumwolle}} + 3\ N\ O_5 = \underbrace{C_{12}\ H_7\ (N\ O_4)_3\ O_{10}}_{\text{Schiessbaumwolle.}} + 3\ HO.$$

Wenn bei der Darstellung die Cellulose gänzlich in Trinitro-Cellulose übergeht, so müssen 100 Th. Baumwolle 185 Th. Schiessbaumwolle geben; wenn sie sich in Binitro-Cellulose verwandelt, müssen 100 Th. Baumwolle 155 Th. Schiessbaumwolle bilden. Die Versuche gaben ein mittleres Resultat; 100 Th. Baumwolle gaben:

Pelouze (bei 10 Versuchen)	168—170	Th. Schiessbaumwolle.
Schmidt und Hecker	169	„ „
Vankerckhoff und Reuter	176,2	„ „
W. Crum	178	„ „

Die Zersetzungsprodukte der entzündeten Schiessbaumwolle sind im luftleeren Raume Stickstoffoxyd, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff, Wassergas und Stickstoffgas; im lufterfüllten Raume mit Ausnahme von Stickstoff und Kohlenwasserstoffgas dieselben Körper, ausserdem aber noch salpetrige Säure und Cyan.

Schiessbaumwolle als Ersatzmittel des Schiesspulvers. Die Anwendung der Schiessbaumwolle anbelangend, so scheint es, als ob sich dieselbe als Ersatzmittel für das Schiesspulver nicht praktisch erweisen wollte. Obgleich es den Anschein hat, als wäre die Schiessbaumwolle ihrer Leichtigkeit, Reinlichkeit, der Gefahrlosigkeit des Transports wegen, dem Schiesspulver vorzuziehen, so liegen doch bedeutende Unbequemlichkeiten in ihrem grossen Volumen und den damit verbundenen Schwierigkeiten des Transports, so wie in der Erzeugung einer grossen Menge von Feuchtigkeit (Wasser und salpetriger Säure) in dem Rohre, welche beim Schuss nachtheiliger als der feste Pulverrückstand wirkt. Im stark comprimirten Zustand wirkt die Schiessbaumwolle durchaus nicht; sie ist demnach zu Zündern, Raketen u. s. w. nicht anwendbar. Die günstigsten Resultate wurden bei der Anwendung der Schiessbaumwolle zum Sprengen erhalten. Einigen Versuchen zufolge ersetzt ein Theil Schiessbaumwolle 6—11 Theile Schiesspulver.

Fernere Anwendung der Schiessbaumwolle. Pelouze empfiehlt die Schiessbaumwolle mit chlorsaurem Kali gemengt zur Füllung der Zündhütchen; die so dargestellten Zündhütchen sind aber weder sicher noch kräftig genug. Derselbe Chemiker stellte ferner die Idee auf, dass es möglich sein dürfte, Schiessbaumwolle als Nahrungsmittel anzuwenden, indem man stickstofffreie Substanzen durch Behandeln mit Salpetersäure in stickstoffhaltige umwandelt.

Collodium. Maynard benutzt die Auflösung der Schiessbaumwolle in Aether als klebendes Mittel und bezeichnet dasselbe mit dem Namen Collodium. Diese Lösung ist von Syrupsconsistenz. Bringt man dieselbe als dünnen Ueberzug auf die Haut, so bildet sich durch Verdunsten des Aethers eine fest anhängende, undurchdringliche Schicht. Sie dient in der Chirurgie zum Verschliessen von Schnittwunden

statt des englischen Pflasters, zur Erzeugung photographischer Bilder auf Glas, als wasserdichter Ueberzug statt des Harzfirnisses, so z. B. bei der Fabrikation der Salonzündhölzchen etc. Wenn man dieselbe der Luft aussetzt, so verdunstet der darin enthaltene Aether und hinterlässt ein dünnes, festes Häutchen, das in Wasser und Weingeist vollkommen unlöslich ist, und mit der trocknen Hand gerieben, in hohem Grade negativ elektrisch wird. Eine vollkommen zusammenhängende und luftdichte Platte von Collodium kann so dünn dargestellt werden, dass sie die Farben der Newton'schen Ringe zeigt.

Legray stellt durch folgendes Verfahren eine Schiessbaumwolle dar, die sich vollständig in Aether löst: Man mischt 80 Gr. pulverisirten und getrockneten Kalisalpeter mit 120 Gr. englischer Schwefelsäure; die breiartige Mischung wird, wenn sie sich zu stark erhitzt haben sollte, durch Eintauchen des Gefässes in kaltes Wasser abgekühlt; hierauf bringt man 4 Gr. getrockneter Baumwolle hinein und arbeitet sie mit einem Porcellan- oder Glasspatel etwa fünf Minuten lang darin herum. Man bringt nun das Ganze in eine Schale mit Regenwasser, und sucht so schnell als möglich durch Zapfen und Drücken die Säure von der Baumwolle zu trennen. Nachdem durch mehrmaliges Auswaschen mit erneuerten Portionen frischen Wassers alle Säure entfernt worden, trocknet man die Baumwolle in gelinder Wärme. Nach Mann kommt es bei der Bereitung der Collodiumbaumwolle vorzüglich auf den Wassergehalt der Schwefelsäure, auf die Temperatur und Zeit bei der Einwirkung und auf die Gegenwart einer gewissen Menge Untersalpetersäure in der Salpetersäure an. Eine Schwefelsäure von 1,830—1,835 bei 15° (enthaltend 94 pCt. Monohydrat) eignet sich am besten zur Zersetzung des Salpeters. In einem Glascylinder übergiesst man 20 Th. gepulverten Salpeter mit 31 Th. Schwefelsäure und rührt beide so lange um, bis der Salpeter ganz zergangen ist. In die noch heisse Mischung, deren Temperatur aber höchstens 50° betragen darf, trägt man alsdann die Baumwolle ein und arbeitet gut durch, worauf man den Cylinder mit einer Glasplatte bedeckt und das Ganze ungefähr 24 Stunden lang bei einer Temperatur von 28—30° stehen lässt. Das Gemenge wird mit kaltem Wasser so lange ausgewaschen, bis die zurückbleibende Wolle nicht mehr sauer reagirt. Die noch feuchte Wolle wird zuletzt durch die Behandlung mit kochendem Wasser von den letzten Spuren schwefelsauren Kalis, die von der Faser der Baumwolle hartnäckig zurückgehalten werden, befreit. Bleibt die Baumwolle 5—6 Tage lang bei ungefähr 30° in der Mischung liegen, so gewinnt die Collodiumwolle nur an Güte. Eine 10—20 Minuten lange Behandlung der Baumwolle giebt ein vollkommenes Präparat.

Auch mit Natronsalpeter kann Collodiumwolle erhalten werden; man wendet an 33 Th. Schwefelsäure von 1,80 spec. Gewicht, 17 Th. Natronsalpeter und $^1/_2$ Th. Baumwolle.

Nach Béchamp erhält man stets lösliche Schiessbaumwolle, wenn man die Baumwolle in das noch heisse Gemisch von Salpeter und Schwefelsäure eintaucht nnd nicht wartet, bis dasselbe erkaltet ist; im entgegengesetzten Falle ist das Produkt unlöslich, man kann es aber löslich machen, indem man es ein zweites Mal in das warme Gemenge der Säure mit dem Salpeter eintaucht.

Essigäther, essigsaures Methyloxyd, Holzgeist und Aceton lösen gleichfalls die Collodiumwolle auf; alkoholfreier Aether scheint auf dieselbe nicht einzuwirken.

Anhang zur Schiessbaumwolle. Durch gleiches Behandeln mit dem oben erwähnten Säuregemisch kann man auch Werg, Holzspäne, Papier, Stroh, Zucker, Stärke und besonders Mannit explosiv machen *).

*) Wenn man nach Vohl Schiessbaumwolle in Aetzkali löst, zu der Lösung etwas salpetersaures Silberoxyd und so viel Ammoniak setzt, dass das anfänglich ausgeschiedene Silberoxyd sich wieder löst, so nimmt die Flüssigkeit in einigen Minuten eine braune Färbung an und das Silber schlägt sich auf der Oberfläche des Glases metallisch nieder. Der so erzeugte Metallspiegel ist weit schöner und gleichförmiger, als der mittelst ätherischer Oele (vergl. Seite 238) und Aldehyd-Ammoniak erzeugte. Alle organische Substanzen, die durch Salpetersäure explosiv werden können, besitzen die Eigenschaft, in ihrer alkalischen Lösung Silber aus Flüssigkeiten metallisch zu fällen.

Die Papierfabrikation.

Begriff und Geschichte des Papieres.

Das Papier ist im Wesentlichen ein dünner Filz aus Fasern pflanzlichen Ursprungs, der dadurch entsteht, dass man den auf mechanische und chemische Weise gereinigten und in feine und zarte Fäserchen zertheilten Faserstoff in Wasser suspendirt, auf diese Art in dünne Schichten gleichmässig ausbreitet, darauf aber das Wasser durch Ablaufenlassen, Auspressen und Trocknen in der Art entfernt, dass eine gleichmässig dünne Lage der filzartig angeordneten und dicht zusammenschliessenden Fäserchen zurückbleibt.

Zur Geschichte des Papieres folgende Notizen. Die ersten Menschen gebrauchten Stein, Erz (Kupferlegirungen), Blei, Elfenbein, Wachs u. dgl., um darauf durch Zeichen ihre Gedanken mitzutheilen und Zeitereignisse der Nachwelt zu überliefern. Später nahm man dünne Körper, z. B. Thierhäute und Baumblätter, vorzüglich die grossen und breiten Blätter der Palmen, in welche man die Schriftzüge einritzte und dann durch Tränken mit Oel sichtbar machte. Auch auf Baumrinde, besonders auf Baumbast, schrieben mehrere Völker des Alterthums; die alten Deutschen schrieben zuerst auf Birkenbast, darum heisst auch eines der ältesten deutschen Heldengedichte der Birkengesang, andere Völker schrieben mit Pinsel und Farbe auf Kattun und Taffet. Indessen war schon mindestens 600 Jahre vor Christi Geburt Papier aus der ägyptischen Papyrusstaude, einem 2—3 Meter hohen Cypergras, das seit den ältesten Zeiten in Aegypten heimisch gewesen zu sein scheint, sich jedoch in neuerer Zeit nur selten dort noch findet, bereitet worden. Zur Zeit der römischen Kaiserherrschaft war der Gebrauch des aus der Papyrusstaude gewonnenen Papieres ganz allgemein verbreitet. Durch starken Gebrauch wurde es indessen seit dem 5. Jahrhundert immer theurer und seltener, bis endlich im 11. bis 12. Jahrhundert die Fabrikation desselben aufhörte und durch die des Baumwollpapieres verdrängt wurde. Dieses Papier war unter dem Namen Pergament aus Tuch bekannt und unterschied sich von dem Linnenpapier nur durch geringere Festigkeit und grössere Brüchigkeit. Nach dem Ansehen mehrerer spanischen Papierreste aus dem 12. Jahrhundert zu urtheilen, hat man schon damals versucht, die Baumwolle mit leinenen Lumpen zu mischen, was wol später zur Erfindung des Linnenpapieres führte, das in Deutschland schwerlich vor 1318 vorkommt. In der Mitte des 14. Jahrhunderts wird das Linnenpapier bereits häufig in Deutschland gebraucht. Die ersten zuverlässigen Nachrichten von der Fabrikation desselben sind jedoch weit jünger. Wie v. Murr berichtet, ist bereits 1390 zu Nürnberg eine grosse Papiermühle von einem Rathsmitgliede, Ulmann Stromer, angelegt worden.

Materialien der Papierfabrikation.

Das hauptsächlichste Material der Papierfabrikation sind die unter dem Namen Lumpen, Hadern, Stratzen bekannten Abfälle von gewebten Stoffen. Die gesuchtesten Lumpen sind die leinenen, weil sie das festeste und dauerhafteste Papier liefern und daher weit häufiger verarbeitet werden als Woll- und Baumwolllumpen. Erstere, die nur rauhes und wenig zusammenhängendes Papier geben, gelangen gegenwärtig überdies weit seltener in die Papierfabriken, seitdem sie zur Fabrikation der Kunst- oder Lumpenwolle und in Folge ihres grossen Stickstoffgehaltes zur Bereitung des Blutlaugensalzes eine zweckmässigere Verwendung gefunden haben. Baumwolllumpen geben ein rauheres, schwammiges und lockeres Papier, weshalb dieselben nicht allein, sondern mit Linnenlumpen gemengt verarbeitet werden. Die in der Baumwollspinnerei (in den Putz- und Wattenmaschinen, sowie beim Krempeln) sich ergebenden Abfälle werden ebenfalls in der Papierfabrikation benutzt. Seidene Lumpen liefern nur schlechtes Papier und finden zur Herstellung von gekrempelter Seide behufs des Verspinnens eine bessere Verwendung.

Die Lumpen oder Hadern gelangen in die Papierfabrik entweder noch unvollständig unsortirt als Landhadern oder bereits in drei Sorten geschieden, als weisse, graue und bunte, oder von den Händlern selbst noch weiter sortirt als weisse, halbweisse, Concepthadern, blaue Sackstücke.

Lumpensurrogate.

Der Papierverbrauch ist in Europa seit 50 Jahren auf mehr als das Doppelte gestiegen. Da die Papierfabrikation aber nur gewisse Abfälle, die meist von abgetragenen Kleidern und Wäsche herrühren, verarbeitet, so muste ein Mangel an Rohmaterial eintreten, da die Produktion an Lumpen nicht in dem nämlichen Verhältniss zunehmen kann, als der gesteigerte Papierverbrauch, ferner die Kunstwollfabriken und andere Industrien der Papierfabrikation einen nicht unbedeutenden Bruchtheil des Rohmaterials entziehen. Man hat daher an Ersatzmittel für die Lumpen in der Papierfabrikation denken müssen. Unter den unzähligen vorgeschlagenen vegetabilischen Stoffen sind nur zwei wohlfeil genug und in hinreichender Quantität zu beschaffen, um mit Vortheil zur Herstellung geringerer Papiersorten Anwendung finden zu können, nämlich das Stroh und das Holz gewisser Nadel- nnd Laubhölzer.

Unter den Strohgattungen scheint besonders das Maisstroh Beachtung zu verdienen. v. Auer (in Wien) hat gezeigt, dass aus der Maisstrohfaser ein Papier herzustellen sei, welches hinsichtlich der Weisse und Reinheit nichts zu wünschen übrig lasse. Auch die Bagasse von *Andropogon glycichylum* oder *Sorghum saccharatum* hat in Nordamerika Anwendung zur Papierfabrikation gefunden. Das Holz ist in neuerer Zeit, namentlich durch die Bemühungen der Papierfabrik von H. Völter in Heidenheim, ein sehr wichtiges Lumpensurrogat geworden, das aber so wenig wie das Stroh als absolutes Ersatzmittel der Lumpen, sondern nur als ein Zusatz auftritt, indem das aus reinem Holze gefertigte Papier viel zu wenig Festigkeit besitzt. Gewöhnlich setzt man 20—40 pCt. Holzfaser zu gewöhnlichen Lumpen, um eine Papiermasse zu erhalten, die sich besonders zur Herstellung von ordinären Druck- und Conceptpapieren eignet. Alle weichen Laub- und Nadelhölzer eignen sich zur Holzpapierfabrikation, besonders Zitterpappel, Linde, Aspe, Fichte und Tanne (die Föhre ist in Folge ihres grösseren Harzgehaltes weniger geeignet). Die durch Absägen und Spalten auf passende Grösse und Stärke gebrachten und von der Rinde, sowie von den grössten Aesten möglichst befreiten Holzstücke werden auf einem Steincylinder, der auf einer rotirenden horizontalen Axe befestigt ist, und dem sie — die Länge des Holzes parallel mit der Axe gedacht — durch einen besonderen Mechanismus stets gleichmässig zugeführt werden, unter stetem Zufluss von Wasser ausgefasert (abgeschliffen). Die losgerissenen Fasern werden auf Siebwerke geführt, wo sie nach ihrer Feinheit gesondert werden.

Mineralische Lumpensurrogate.

Im Gegensatze zu den vegetabilischen Lumpensurrogaten sind noch die mineralischen Lumpensurrogate anzuführen, die gegenwärtig in der Papierfabrikation eine ausgedehnte Anwendung finden. Ein mässiger Zusatz eines geeigneten Mineralkörpers zur Papiermasse ist keineswegs nachtheilig, sondern nutzt in mehrerlei Hinsicht, ordinäre und mittelfeine Papiere gewinnen dadurch an Weisse, der bei sehr dünnem Papier eintretende Uebelstand des Durchscheinens wird in einem gewissen Grade dadurch aufgehoben, die Festigkeit des Papieres leidet nicht und endlich wird das Papier durch einen Zusatz von anorganischer Masse wohlfeiler. Ein Zusatz von 5—10 pCt. vom Papiergewicht ist nur vortheilhaft, eine Steigerung des Zusatzes bis auf 20—25 pCt. macht dagegen das Papier rauh und brüchig und stumpft beim Schreiben die Federn ab.

Die Haupteigenschaften, die ein erdiges Lumpensurrogat haben muss, sind niedriger Preis, weisse Farbe, Unlöslichkeit in Wasser und äusserst feine Zertheilung. Das erste mineralische Ersatzmittel, das in Anwendung kam und heutzutage noch am häufigsten angewendet wird, ist sandfreier Thon, geschlämmter Porcellanthon oder Porcellanerde, die unter dem Namen China clay, Lenzin oder Kaolin, Bleicherde in den Papierfabriken Eingang findet. Ein anderes Lumpenersatzmittel ist fein gemahlener ungebrannter Gyps, welcher dem Fabrikanten unter dem Namen Annaline oder Milchweiss zugeht. Er übertrifft an Weisse den Porcellanthon, dessen Farbe stets etwas ins Gelblichgraue spielt, ist auch nicht theurer als das Lenzin, lässt sich aber nicht so fein zertheilen und giebt keinen so fetten Brei wie der Thon. In letzterer Hinsicht verdient den Vorzug der künstlich (durch Fällung) bereitete schwefelsaure Baryt, der seit etwa 6—8 Jahren in den Papierfabriken Anwendung gefunden hat und, wie Seite 294 bereits aus-

einandergesetzt wurde, im Handel die Namen Blanc fix, Barytweiss, Permanentweiss, Patentweiss führt. Auf 100 Kilogr. Ganzstoff verwendet man 15 Kilogr. teigförmiges Barytweiss.

A. Die Fabrikation des Hand- oder Büttenpapieres.

Die Verfertigung des weissen Papieres geschieht auf zweierlei Weise, nämlich:

A. Nach der älteren Methode, bei welcher die Handarbeit, namentlich bei der Bildung der Bogen aus dem breiartigen Papierzeuge vorherrschend ist, weshalb das nach diesem Verfahren dargestellte Papier Hand- oder Büttenpapier genannt wird; die hergestellten Bogen sind von beschränkter Länge und Breite.

B. Nach der neueren Methode, welche, mit Hülfe von Maschinen ausgeführt, ein Blatt von sehr ansehnlicher Breite und jeder beliebigen Länge darstellt; das so erhaltene Papier heisst Maschinenpapier oder Papier ohne Ende.

Das Zerschneiden und Reinigen der sortirten Lumpen.

Die Zerkleinerung und Zertheilung der sortirten Lumpen zu Fäserchen, aus welchen der Papierstoff besteht, geschieht keineswegs in einer Operation, sondern stufenweise, und findet durch Anwendung verschiedener mechanischer Mittel statt — Lumpenschneider, Halbholländer, Ganzholländer — zu denen früher häufiger als gegenwärtig ein chemischer Process sich gesellte, der die Auflösung des Gewebes zu Fasern begünstigte, nämlich eine Behandlung der Lumpen mit alkalischer Lauge oder eine Art Fäulnissprocess — das Faulen der Lumpen.

Eine vorbereitende Arbeit für die Operationen des Zertheilens der Lumpen ist das Zerschneiden derselben in Stücke oder Streifen von 3—6 Centimeter Breite. In sehr vielen Fabriken geschieht das Zerschneiden aus freier Hand an feststehenden Messern, weil damit eine Sortirung verbunden wird, welche die Besichtigung jedes einzelnen Stückes und eine Absonderung verschiedenartiger Theile erfordert. Zweckmässiger und fördernder sind die Lumpenschneidemaschinen, deren älteste als Lumpen- oder Haderschneider, der in Bau und Wirkungsweise grosse Aehnlichkeit mit einer Häcksel- oder Tabaklade hat, bereits im ersten Viertel des 18. Jahrhunderts auftritt. Dieser Lumpenschneider leidet aber an vielen Mängeln: Bei dem Auseinanderliegen seiner Theile erfordert er viel Raum und häufige Reparaturen, durch die Fortleitung der Kraft von der Welle aus, durch die Zugstange zum Messer, sowie durch die Umkehrung der Bewegung jener geht viel Kraft verloren und endlich ist auch die Leistungsfähigkeit gering, indem das bewegliche Messer nur so oft an dem befestigten vorüberstreift, als die Welle Umdrehungen macht, im höchsten Falle 150mal in der Minute.

Diese Uebelstände haben ohne Zweifel die Veranlassung zur Construction auf andere Principien gestützter Lumpenschneidemaschinen gegeben, die mit wenigen Ausnahmen auf den Grundgedanken zurückzuführen sind, Messer durch drehende Bewegung wirken zu lassen. Alle diese Schneidemaschinen lassen sich auf folgende vier Arten von Maschinen zurückführen:

1) auf Maschinen mit mehreren auf der Peripherie eines Cylinders befestigten Klingen, welche bei dessen Umdrehung an einem unbeweglichen horizontalen Messer vorüberstreifen (z. B. die Lumpenschneidemaschine des Engländers Davey);

2) auf Maschinen mit einem Messer, auch zwei oder mehreren Messern, auf der Fläche eines Rades ungefähr in radialer Stellung angebracht, bei Umdrehung des Rades an einem festliegenden Messer vorübergehend wie die Maschine von Bennet;

3) auf Maschinen mit einer Anzahl kreisförmiger, am Rande ringsum scharfschneidiger Stahlblechscheiben an einer Welle wie der bekannte Lumpenschneider von Uffenheimer in Wien;

4) auf Maschinen mit paarweise scherenartigen zusammenwirkenden Schneidscheiben auf zwei Wellen, einem Eisenschneidewerk nicht unähnlich. Hierher gehört die Schneidemaschine von Breton und die von Cox.

Nachdem die Lumpen zerschnitten worden sind, werden sie gereinigt, d. h. vom Staube und anderen anhängenden Unreinigkeiten befreit. In den englischen Papierfabriken beginnt man die Operation des Reinigens durch Auflockern der Lumpen in einem Willow oder Zauseler, wobei sie einen grossen Theil des Sandes abgeben, der durch ein unter dem Willow angebrachtes Gitter fällt. Hierauf wird der Staub durch Sieben möglichst entfernt und der Rest der Unreinigkeiten durch Kochen und Waschen beseitigt. Die einfachste Art der Siebmaschinen besteht aus einem sechs- bis achteckigen Gestelle in Form einer Trommel, die mit Drahtgewebe überkleidet ist; die Lumpen werden durch eine seitwärts angebrachte Thür eingefüllt und durch Umdrehung der Trommel darin herumgeworfen, wobei der Staub und ähnliche Unreinigkeiten abgesondert werden. Die nasse Reinigung, die auf die trockne folgt, geschieht entweder mittelst Wasser, oder mittelst Lauge, oder durch Lauge und Wasserdämpfe. Alkalische Laugen verdienen den Vorzug vor dem reinen Wasser, weil sie nicht nur in Folge schnelleren und besseren Reinigens die nachherige Arbeit des Bleichens bedeutend erleichtern, sondern auch die Fasern dergestalt erweichen, dass sie dann auf dem Holländer leichter und feiner in Halb- und Ganzstoff übergeführt werden können. Vor der Behandlung der Lumpen mit Lauge werden dieselben mit reinem Wasser gewaschen, ebenso nach der Anwendung der Lauge.

In früherer Zeit wendete man zum Kochen der Lumpen einen eisernen, direct geheizten Kessel an, der gegen 500 Kilogr. Lumpen fassen konnte. Die gesteigerten Ansprüche aber, welche an die Papierfabrikation gestellt wurden, haben zur Erzielung grösserer Reinheit und Weisse bei möglichster Schonung der Faser ein anderes Verfahren nothwendig gemacht, da in den feststehenden Kesseln die Lumpen gewöhnlich nicht gleichmässig durchkocht erscheinen und namentlich der bei der Bereitung der Lauge in Anwendung kommende Kalk höchst mangelhaft vertheilt war. Diese Uebelstände sind durch die Anwendung des rotirenden Kessels beseitigt, der von England aus in die Papierfabrikation eingeführt wurde. Ein rotirender Kessel, auf welchem im Jahre 1859 H. Völter für das Königreich Bayern ein Patent nahm, besteht aus einem horizontal gestellten Dampfcylinder, in welchem ein drehbarer durchlöcherter Cylinder angebracht ist. Letzterer enthält die Lumpen und wird, nachdem die nöthige Lauge dazu gelassen, mittelst angemessener Röhrenleitungen und Hähne aus einem Dampfkessel mit Dampf versehen. Der innere Cylinder wird in Drehung versetzt, dadurch sind die Lumpen in beständiger Bewegung (die durch im Innern des Cylinders angebrachte Stangen noch begünstigt wird) und daher der Einwirkung des Dampfes gleichmässig ausgesetzt. Nach vollendeter Operation wird die Flüssigkeit abgelassen, das eine Ende des Kessels entfernt und der durchlöcherte Cylinder herausgezogen; die ausgelaugten Lumpen werden in darunter gestellte Kannen geschüttet und der Waschmaschine übergeben.

Um Sand und Schmutztheile abzuspülen, was vor dem Eintragen der Lumpen in die Halbstoff-Holländer geschehen muss, ist, namentlich bei gröberen Lumpensorten das Kochen mit Lauge nicht immer genügend, da ein grosser Theil der Schmutztheile in einem leicht ablösbaren Zustande zwischen den einzelnen Läppchen gelagert bleibt, während die Sandkörner durch das dichte Uebereinanderliegen der Hadern zu Boden zu sinken verhindert sind. Man bearbeitet deshalb die gekochten Lumpen 10—12 Minuten in einem von Silbermann construirten Waschholländer, ähnlich dem, der zum Auswaschen des Halbstoffes nach der Bleiche Anwendung findet. Die in solcher Weise behandelten Hadern bedürfen einer weit kürzeren Zeit in dem Halbstoff-Holländer und nutzen die Messer der Walze nicht so bald ab.

Die weitere Zertheilung der gereinigten Lumpen zu Halbstoff und dann zu Ganzstoff.

Die Maschinerie, deren man sich zur Zertheilung der zerschnittenen und gereinigten Lumpen in feine Fäserchen bedient, heisst im Allgemeinen das Geschirr oder die Papiermühle, und bearbeitet (zermalmt oder zerstampft) das Material in Vermengung mit Wasser, so dass sie es unmittelbar in Form eines Breies (Stoff, Zeug) liefert, welcher nur noch einer Verdünnung mit mehr Wasser bedarf, um auf Papier verarbeitet zu werden. Die Zerfaserung zerfällt in zwei Stadien, indem man nämlich zuerst Halbstoff und aus diesem dann Ganzstoff herstellt.

Die Maschinen, die man zur Zerkleinerung der Lumpen anwendet, sind:

1) das deutsche oder Stampfgeschirr (Hammerstock, Hammergeschirr);

2) die holländische Stoffmühle (holländer Walzenmühle), von welcher man

α) den Halbstoff-Holländer und

β) den Ganzstoff-Holländer

unterscheidet.

Ehedem pflegte man die Lumpen durch das sogenannte Faulen, Rotten oder Maceriren zu erweichen und dadurch zu dem nachfolgenden Zermalmen vorzubereiten. Die zur Maceration bestimmten Lumpen werden mit Wasser in steinernen Trögen eingestampft und zugedeckt sich selbst überlassen. Nach 2—3 Tagen beginnt die Masse sich zu erhitzen und es entwickelt sich ein übler, ammoniakalischer Geruch. Die Erwärmung nimmt dergestalt zu, dass man die Hand nicht in der Masse verweilen lassen kann, auch wird der Geruch stärker. Nach Verlauf von noch 2—3 Tagen, nachdem sich auf der Oberfläche ein schleimiger Körper abgeschieden hat, der stellenweise bereits in Schimmel überzugehen beginnt, sind die Lumpen hinlänglich macerirt und können nun mit Leichtigkeit zerkleinert und in Papierstoff verwandelt werden. Ueberschreitet man diesen Zeitpunkt, so gehen die Lumpen zum Theil in eine braune humusartige Masse über und der unzersetzte Rest ist nur noch zu ordinärem Papier brauchbar. In Folge des grossen Materialverlustes hat man das Faulen (der Wasserröste der Flachsbereitung zu vergleichen) längst schon durch das Kochen der Lumpen mit Lauge ersetzt, da noch dazu das Papier aus ungefaulten Lumpen den Vorzug grösserer Festigkeit besitzt.

Stampfgeschirr. Das deutsche oder Stampfgeschirr, das gegenwärtig nur noch selten und in kleinen Fabriken Anwendung findet, besteht im Wesentlichen aus den Stampfen oder Hämmern, und dem Grubenstock oder Löcherbaum. Letzterer ist ein starker eichener Balken, in welchem gewöhnlich 6—8 Stampflöcher ausgemeisselt sind, die von oben nach unten sich verjüngen und deren Boden aus einer gusseisernen Platte besteht. Seitlich am Boden befindet sich eine Oeffnung mit einem feinen Haarsiebe (Kas genannt) bedeckt, durch welche das Wasser, das jedem Loche durch eine Rinne zugeführt wird, wieder abfliesst. Die Hämmer sind $1^1/_3$ Meter hohe eichene Balkenstücke, und mit ihren Stielen in den Hinterständern befestigt. Sie werden an ihrem Kopfe mittelst einer Daumenwelle in einer Minute 72—80mal 15—18 Centimeter hoch gehoben. Zwei Latten, die Vorderständer, machen, dass die Hämmer stets senkrecht sich heben und fallen, sie dienen ferner dazu, die Hämmer hoch aufgehoben zu halten, wenn das Stampfloch ausgeleert werden soll. In jedem Loche arbeiten drei bis fünf (meist vier) Hämmer. Die Lumpen werden in dem Stampfgeschirr mit so viel Wasser gemengt bearbeitet, dass das Ganze einen dicken Brei bildet. Die continuirliche langsame Kreisbewegung der Masse in den Löchern bewirkt, dass alle Theile derselben nach und nach die Wirkung der Stampfen erfahren. Nach der Beschaffenheit der Lumpen bleiben sie 12, 20 und mehr Stunden im Geschirr.

Holländer. Die holländische Stoffmühle oder der Holländer, die gegenwärtig fast durchgängig an die Stelle des Stampfgeschirres getreten ist — welches zwar einen festeren Stoff liefert, aber in Schnelligkeit der Arbeit nicht concurriren kann, ist umstehend abgebildet. Fig. 150 zeigt einen Halbstoffholländer im Grundrisse, Fig. 151 im verticalen Durchschnitt nach der Linie *A B*. Die Hauptbestandtheile eines Holländers überhaupt sind 1) eine mit Messern besetzte, schnell um ihre Axe laufende Walze, 2) das unter dieser angebrachte, aus ähnlichen Schienen oder Messern gebildete Grundwerk, 3) der Kasten (Trog), in welchem das Grundwerk sich befindet und die Walze sich dreht, 4) die Haube oder der Verschlag, welcher über den Trog geht und ein Herausschleudern der Masse verhindern soll. Der Kasten *C C* ist ein länglich viereckiger Trog aus Holz, Stein oder Gusseisen, der durch vier eingesetzte ausgeschweifte Eckstücke im Innern oval gestaltet ist. Der hohle ovale Raum des Holländerkastens wird durch eine Wand *x x*, die gleiche Höhe mit den äusseren Wänden hat, jedoch nur den mittleren Theil der Länge einnimmt, in zwei Abtheilungen, die Arbeitsseite (wo das Zermalmen der Lumpen vor sich geht) und die Laufseite geschieden, die

aber an den schmalen Seiten des Kastens mit einander in Verbindung stehen. Die Arbeitsseite, in der die Walze und das Grundwerk sich befinden, ist etwas breiter als die andere Abtheilung, daher steht die Papiermasse an der leeren Seite stets höher als an der Walzenseite und daher dieser auch mit einer gewissen, durch die

Fig. 150.

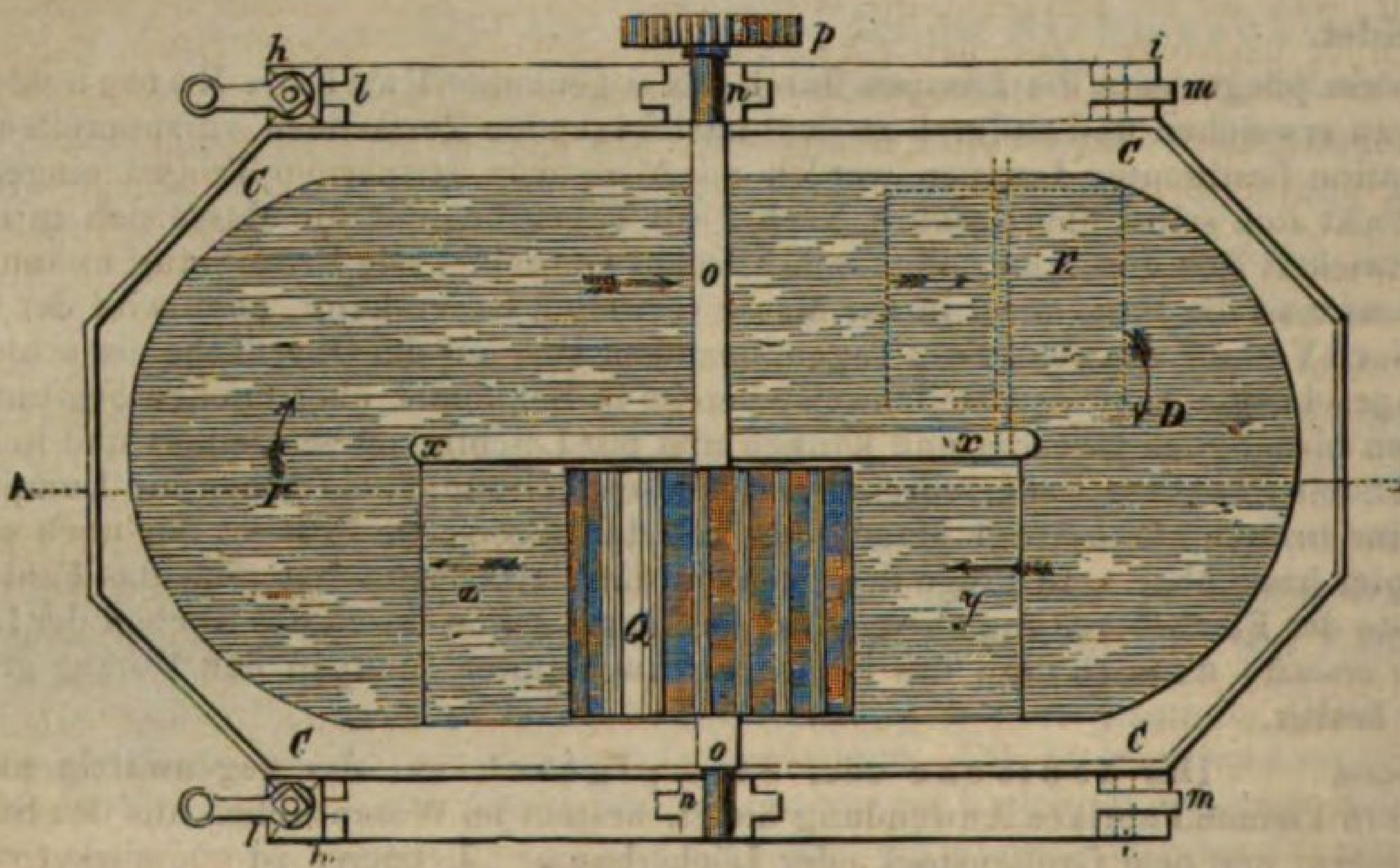
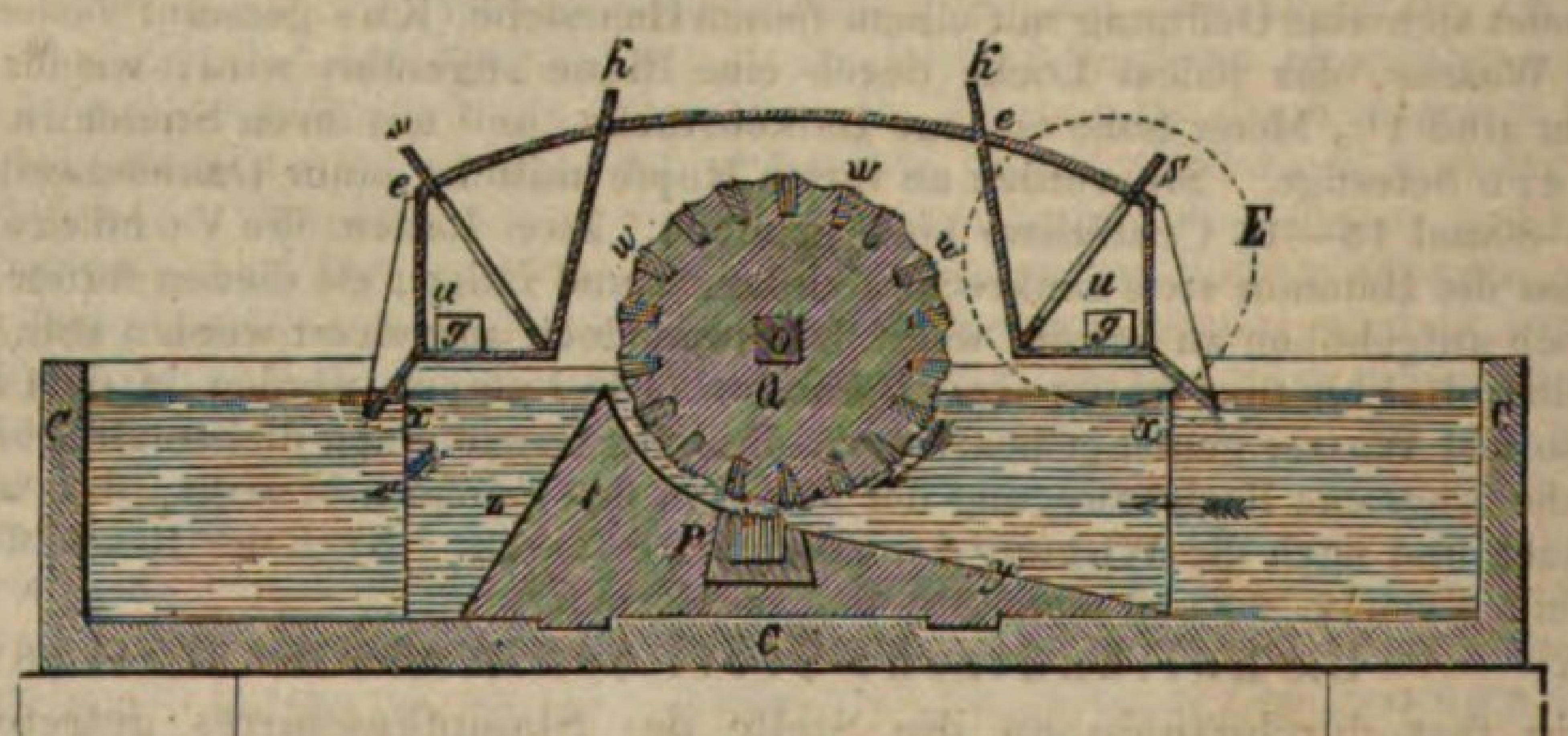


Fig. 151.



Unterschiede im Niveau bedingten Geschwindigkeit zuströmt. Unter der Walze ist auf dem Boden des Holländerkastens ein massiver eichener Holzblock *t*, der **Kropf**, der mit seinem oberen concaven Theile fast den vierten Theil des Umkreises der Walze concentrisch umfasst und zu beiden Seiten in einer geneigten Fläche abfällt, die in der Figur mit *y* bezeichnete ist sanft abgedacht, *z* dagegen ist sehr steil. Ausserhalb zwischen den Ständern *h i*, *h i* befinden sich zwei starke Bohlen *l m*, *l m*, in welchen die Metalllager *n n* für die eiserne Welle *o o* angebracht sind. Auf der eisernen Welle befindet sich die Walze *Q*, die massiv aus Eichenholz gefertigt ist. Auf dem Umkreise der Walze ist eine Anzahl Schienen (Messer) eingelassen, die mit der Walzenaxe parallel stehen und deren Kanten 3—5 Centimeter über die cylindrische Oberfläche des Holzkörpers vorstehen. Die Schienen sind entweder aus weicherem Stahl oder aus verstähltem Eisen, selten und nur bei Ganzstoffholländern sind die Schienen aus Bronze. Senkrecht unter der Walze ist in

einer Vertiefung des Kropfes das Grundwerk eingelassen. Das Grundwerk besteht aus einer Vereinigung einer Anzahl auf der Kante stehender, zugeschärfter Schienen von demselben Materiale wie die Schienen der Walze.

Damit bei der Bewegung der Walze kein Papierstoff durch Centrifugalkraft herausgeschleudert werde, ist ein Theil des Kastens mit einem Dache, der Haube bedeckt. An jedem der beiden Enden der Haube ist durch einen Boden ein dreiseitiger Raum *u* abgeschlossen, welcher an der gegen die Walze hin gekehrten Seite anstatt der Wand einen mit Messingdraht bespannten Rahmen (Waschscheibe), hat. Gegen diesen Rahmen wird, so lange bei der Arbeit im Holländer das Auswaschen des Papierstoffes nöthig ist, von der schnell umlaufenden Walze Stoff geschleudert; das unreine Wasser dringt dabei durch die Siebe in die Räume *u u* und fliesst durch die Oeffnungen *g g* ab. Zum Ersatze leitet man reines Wasser in den Holländerkasten. Ist das Auswaschen beendigt, so schliesst man das Wasserzuleitungsrohr und schiebt (verschlägt) vor jede Waschscheibe ein Brett *k* (die blinde Scheibe), damit dem Stoff fernerhin kein Wasser mehr entzogen werde.

Die Arbeit in der Stoffmühle geschieht auf folgende Weise: Nachdem der Kasten mit der erforderlichen Wassermenge angefüllt worden ist, werden die zerschnittenen Hadern hineingeschüttet. Hierauf wird die Walze in Bewegung gesetzt, mit einer Geschwindigkeit von 100—150 Umläufen in der Minute. Die Messer derselben schlagen mithin äusserst schnell in die Flüssigkeit und ziehen die Lumpen mit Gewalt in den Raum hinein, der zwischen dem Walzenumkreise und dem Grundwerke sich befindet, zerreissen sie, indem die Messer der Walze und die des Grundwerkes wie Scherenschneiden gegen einander wirken, und werfen endlich die Lumpen über die höchste Kante des Kropfes wieder aus. Von hier fliesst die Masse über die steile Abdachung des Kropfes *z* herunter, stösst dabei auf den Theil, der in dem zunächst liegenden Theile des Kastens sich befindet, und bewirkt so eine langsame Strömung, welche die Papiermasse stets wieder von der Seite *y* der Walze zuführt. Auf diese Weise wird der doppelte Erfolg erzielt, dass in der ununterbrochen bewegten Masse die Lumpen sich nicht absetzen können, dass ferner alle Theile derselben wiederholt unter die Walze gelangen. Bei Beginn der Arbeit wird die Walze so gestellt, dass zwischen ihr und dem Grundwerke ein gehöriger Zwischenraum bleibt. In dieser Phase werden die Lumpen wenig zerkleinert, dagegen gewaschen, wo die Waschscheiben auf die im vorigen Abschnitte erklärte Weise wirken. Später lässt man die Walze mehr herab, um mit dem Waschen schon eine Zerkleinerung zu bewirken; zuletzt wird endlich die Walze dem Grundwerk möglichst genähert, die Blindscheibe eingeschoben und der Wasserzufluss eingestellt, und das Zermalmen fortgesetzt, bis die Lumpen den gehörigen Feinheitsgrad erlangt haben.

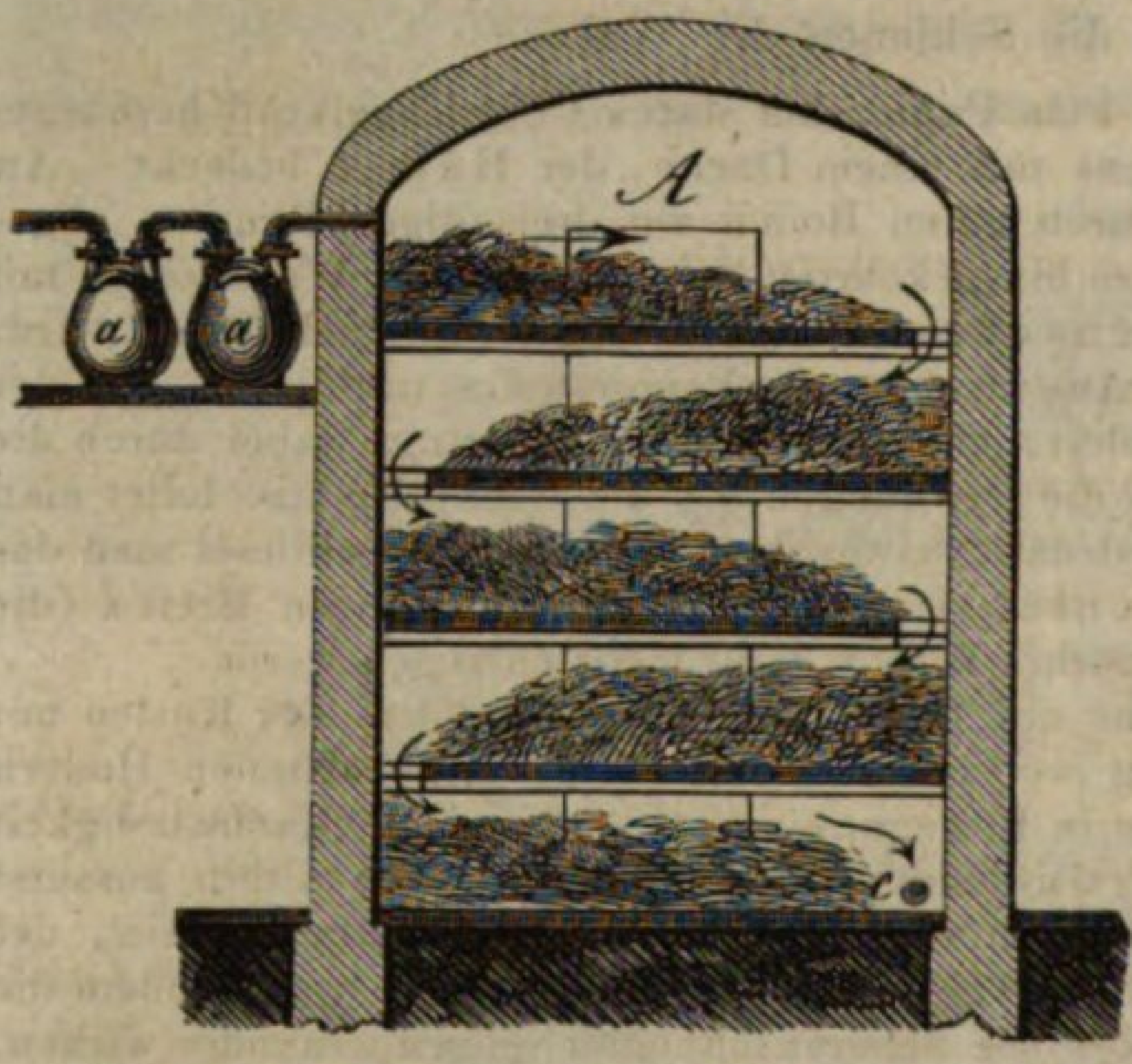
Die Arbeit im Halbstoff-Holländer währt ungefähr zwei Stunden, kürzere Zeit für weiche und reine Lumpen, längere Zeit für gröbere und schmutzige. Der Halbstoff wird entweder sofort in den Ganzstoff-Holländer abgelassen und weiter verarbeitet, oder er ist zum Bleichen bestimmt und wird nach einer unten zu beschreibenden Methode behandelt.

Bleichen des Halbstoffes.

Wenn nicht schon die Lumpen gebleicht wurden, so ist es zur Herstellung eines schönen weissen Papieres unumgänglich nothwendig, den Halbstoff zu bleichen. Das Bleichen geschieht entweder mit Chlorgas, oder mit Chlorwasser, oder mit Chlorkalk und anderen Bleichsalzen, mit letzteren entweder im Halbstoffholländer oder ausserhalb desselben. Hiernach giebt es verschiedene Bleichmethoden. Für die Haltbarkeit und Festigkeit des herzustellenden Papiers ist die Chlorbleiche nur dann von Nachtheil, wenn das Chlor zu lange einwirkte, in welchem Falle die Faser mürbe wird, oder wenn man übersehen hat, das überschüssige Chlor und die daraus entstandene Salzsäure durch Auswaschen und durch Anwendung von sogenanntem Antichlor zu entfernen.

Um mit Hülfe von gasförmigem Chlor zu bleichen, leitet man das auf bekannte Weise dargestellte Chlorgas zuerst zur Reinigung in die Waschflaschen *a a* (Fig. 152) und dann in eine hölzerne Kammer *A*, in welcher der feuchte Halbstoff auf fünf bis sechs übereinander befindlichen Etagen ausgebreitet liegt. Diese Etagen sind mit Oeffnungen versehen, damit das Chlorgas herabsteigen kann, wie es in der Zeichnung durch Pfeile angegeben worden ist. Das überschüssige Chlorgas entweicht durch die Oeffnung *c* in einen Behälter, in welchem sich ebenfalls Halbstoff befindet, um denselben zum Bleichen vorzubereiten. Die mit Chlor behandelte Masse wird durch eine Seitenöffnung aus der Kammer entfernt, mit Wasser ausgewaschen, mit Soda, Potasche oder gefaultem Harn neutralisirt und

Fig. 152.



nach Umständen mit Antichlor behandelt. Auf 100 Kilogr. Halbstoff rechnet man 2,5 bis 5 Kilogr. Kochsalz behufs der Chlorgasentwickelung.

Wenn die Bleiche mit Chlorkalk geschehen soll, von welchem man auf 100 Kilogr. Halbstoff 1—2 Kilogr. anwendet, extrahirt man den Chlorkalk mit Wasser und digerirt mit der wässerigen Lösung den Halbstoff. Der Chlorkalk wird energischer, wenn zugleich kleine Mengen von Schwefelsäure oder Salzsäure zugesetzt werden. Da die Anwendung einer zu grossen Menge Schwefelsäure jedoch sehr leicht eine Schwächung der Faser herbeiführen könnte, so ist neuerdings die Kohlensäure zur Zersetzung des Chlorkalkes vorgeschlagen worden. Orioli empfiehlt die unterchlorigsaure Thonerde (deren Lösung unter dem Namen Wilson's Bleichflüssigkeit schon längst bekannt ist) zum Bleichen des Papierstoffes; sie soll lediglich durch Angabe von ozonisirtem Sauerstoff bleibend wirken, indem andererseits Chloraluminium entsteht ($Al_2 O_3$, $3 Cl = 3 O + Al_2 Cl_3$). Beachtenswerther sind die Vorschläge von Sace und Varrentrapp, das unchlorigsaure Zinkoxyd als energisches Bleichmittel in der Papierfabrikation u. dergl. anzuwenden. Man versetzt Chlorkalk mit Zinkvitriol oder besser mit Chlorzink; im ersten Falle fallen Gyps und Zinkoxyd nieder und unterchlorige Säure bleibt in Lösung, im zweiten Falle mit Chlorcalcium gemengt. Beim Bleichen von Papierstoff ist Chlorzink stets den Mineralsäuren zum Zersetzen des Chlorkalkes vorzuziehen, weil man nicht Gefahr läuft, die Pflanzenfaser zu zerstören. Falls man Zinkvitriol anwendet, kann man (bei Ganzstoff) den Niederschlag von Gyps und Zinkoxyd der Faser beigemengt lassen.

Antichlor. Um das von der Bleiche im Papierstoffe zurückgebliebene Chlor und die durch die Einwirkung des Chlores entstandene Salzsäure zu neutralisiren, setzt man beim darauf folgenden Waschen etwas Soda oder Potasche, oder besser Antichlor zu, da namentlich der letzte Rest von Chlor der organischen Substanz hartnäckig anhängt und durch blosses Waschen kaum beseitigt werden kann. Als Antichlor hat man bisher hauptsächlich schwefligsaures Natron, Zinnsalz, unterschwefligsaures Natron und Leuchtgas vorgeschlagen.

Ein Aequivalent schwefligsaures Natron (NaO, $SO_2 + 7 HO$, dies ist nämlich die Zusammensetzung des im Handel gewöhnlich vorkommenden Salzes) nimmt 1 Aequivalent Chlor weg, indem Salzsäure und schwefelsaures Natron sich bilden; man wendet das schwefligsaure Natron gemengt mit kohlensaurem Natron an, damit auch die entstandene Salzsäure neutralisirt werde. Durch Auswaschen (mit der Waschtrommel) entfernt man darauf das schwefelsaure Natron und das Chlornatrium. Der weit billigere schwefligsaure Kalk lässt sich eben so gut als Antichlor anwenden als das entsprechende Natronsalz.

Ein Aequivalent Zinnsalz ($Sn\ Cl + 2\ H\ O$), nimmt ebenfalls 1 Aequivalent Chlor auf, wodurch Zinnchlorid entsteht. Man wendet das Zinnsalz in salzsaurer Lösung an. Nach vollendeter Einwirkung giesst man so viel kohlensaures Natron zu, als erforderlich ist, um die Salzsäure zu sättigen.

Ein Aequivalent unterschwefligsaures Natron ($Na\ O$, $S_2\ O_2 + 5\ H\ O$) absorbirt 4 Aequivalente Chlor, indem schwefelsaures Natron, Salzsäure und Schwefelsäure entstehen. Auch das Kalksalz wird als Antichlor Anwendung finden können. Das unterschwefligsaure Natron, zuerst als Antichlor von Dambreville, jedoch zu einer Zeit vorgeschlagen, wo der hohe Preis dieses Salzes eine derartige technische Anwendung nicht gestattete, wird gegenwärtig im Grossen erzeugt und ist fast eben so wohlfeil als schwefligsaures Natron. Es bildet daher das beste Mittel, um dem Papierstoff den letzten Rest des Chlores zu entziehen.

Was endlich die Anwendung des Leuchtgases zur Beseitigung des Chlors in der Papiermasse betrifft, so datirt dieselbe aus dem Jahre 1818, in welchem Jahre Uffenheimer in seiner Fabrik in Guntramsdorf in Oesterreich seinen Halbstoff durch Gas entchlorte. Es wäre wol von Interesse, das Leuchtgas von Neuem als Antichlor zu verwenden. Vielleicht wären auch Benzol, Photogen und ähnliche Kohlenwasserstoffe zur Entchlorung der Papiermasse geeignet.

Bereitung des Ganzstoffes. Nachdem durch Waschen und Anwendung von Antichlor alle durch die Bleiche dem Halbstoffe mitgetheilten, dem Papier nachtheiligen Substanzen entfernt worden sind, kommt der Stoff in den Ganzstoffholländer, um in Ganzstoff verwandelt zu werden. Der Ganzstoffholländer unterscheidet sich von dem Halbstoffholländer dadurch, dass seine Walze, wie sein Grundwerk eine grössere Anzahl Schienen enthält, die Walze dem Grundwerke mehr genähert ist, und die Walze weit schneller umläuft. In gut bereitetem Ganzstoffe müssen alle Fasern gehörig und gleichmässig zerkleinert sein, was man daran erkennt, dass die breiartige Masse beim Ausgiessen aus einem Gefässe kleine Klümpchen wahrnehmen lässt und mit Wasser verdünnt als eine milchähnliche Flüssigkeit erscheint.

Blauen. Ungeachtet der sorgfältigsten chemischen Bleiche ist der Ganzstoff nie vollkommen weiss, sondern besitzt stets noch einen schwachen gelblichen Schein, welchen man durch das sogenannte Blauen möglichst zu entfernen strebt. Zu diesem Behufe setzt man dem Ganzstoffe in dem Holländer, kurz bevor er völlig fein gemahlen ist, eine kleine Menge einer blauen Farbe: Ultramarin, Pariserblau, Indig (früher Smalte oder andere blaue Kobaltfarben) zu, zuweilen in einem solchen Verhältniss, dass eine schwach bläuliche Nüance der Papiermasse bemerklich wird. Vom Ultramarin setzt man auf 100 Kilogr. trockne Papiermasse, je nach der Stärke der Bläuung, 0,5—1,5 Kilogr. zu.

Das Leimen des Ganzstoffes. In vielen Fällen, insbesondere bei der Bereitung des Maschinenpapieres wird der bereits gebläute Ganzstoff im Holländer noch geleimt. Dieses Verfahren wird das Leimen in der Bütte oder die Masseleimung genannt. Die Leimung des Papierstoffes anstatt des Papierblattes gewährt mancherlei Nutzen, denn man umgeht nicht allein das Leimen als besondere Arbeit, die mit Aufwand an Zeit und Arbeitslohn verknüpft ist, sondern man erreicht auch eine weit gleichförmigere, durch die ganze Masse des Papierbogens hindurch gehende Leimung, während das in Bogen geleimte Papier aus drei Schichten besteht, zwei äusseren, aus geleimtem Papier bestehend, und einer inneren aus ungeleimtem Papier; in dieser physischen Beschaffenheit liegt auch der Grund, dass derartiges Papier an radirten Stellen, wo man also die Schicht des geleimten Papieres entfernt hat, löscht. Gewöhnlicher Leim ist bei der Masseleimung nicht wol anzuwenden, da derselbe in der Zeit, die bis zur Herstellung des vollendeten Papierbogens verstreicht, leicht fault. Dagegen hat sich die vegetabilische Leimung vollkommen bewährt, die immer auf die Erzeugung von harzsaurer Thonerde (pininsaure Thonerde) hinaus kommt. Alle Vorschriften stimmen dahin überein, dass sie zunächst die Darstellung einer Harzseife verlangen, welche dann im Holländer durch Alaun oder schwefelsaure Thonerde zersetzt wird. Das Stärkemehl das man gewöhnlich zusetzt, hat bei der Bereitung des vegetabilischen Leimes nur eine untergeordnete Bedeutung und lässt sich auch ohne Nachtheil weglassen; im Allgemeinen aber giebt es der Flüssigkeit eine dicklichere Consistenz, in deren Folge der durch die Alaunlösung entstandene Niederschlag von harzsaurer Thonerde sich langsamer senkt und deshalb gleichmässiger mit der Faser verbindet, weshalb auch bei Anwendung von Stärkemehl ein geringeres Quantum Leim genügt, als im gegentheiligen Falle.

Geringere Grade von Festigkeit erreicht man durch Anwendung gewöhnlicher weisser Seife (am besten Oelseife, von welcher man auf 100 Kilogr. trocknen Ganzstoff 3 Kilogr. nimmt, die durch ein gleiches Quantum Alaun zersetzt werden), in diesem Falle ist es öl- und palmitinsaure Thonerde, welche die Papierfaser umgiebt, die Poren des Papieres ausfüllt und das Eindringen von Flüssigkeit verhindert. Mittlere Grade von Festigkeit und Steifheit erhält man durch combinirte Anwendung von Harz- und Oelseife. Wachsseife (durch Kochen von weissem Wachs mit Aetznatronlauge erhalten) wird ihrer reinen weissen Farbe wegen gegenwärtig nur noch hier und da bei der Anfertigung reiner Schreibpapiere angewendet. Statt der harzsauren Thonerde lassen sich auch andere unlösliche harzsaure Erden oder Metalloxyde als vegetabilischer Leim verwenden, so namentlich das harzsaure Zinkoxyd, welches man erhält, wenn man die dem Holländer zugegebene gewöhnliche Harzseife statt mit Alaun mit Zinkvitriol oder mit Chlorzink zersetzt.

Die Verfertigung der Papierbögen durch Schöpfen.

Die Ueberführung des mit Wasser zu einem dünnen Brei verdünnten Ganzstoffes in Papierbögen geht vor sich 1) durch Ausbreitung des Stoffes zu einer dünnen gleichförmigen Schicht, 2) durch Entwässerung dieser Schicht, verbunden mit Verdichtung der zurückgebliebenen festen Masse. Die Entfernung des Wassers geschieht auf dreierlei Weise, nämlich durch Filtration, hierauf durch Druck und zuletzt durch Verdunstung.

Diese Verschiedenheit und Aufeinanderfolge dieser drei Entwässerungsarten liegt in der Natur der Sache. Der flüssige Ganzstoff giebt gern einen Theil seines Wassergehaltes ab, wenn man letzterem Gelegenheit zum Ablaufen verschafft, so z. B. auf einem Siebe oder einer siebähnlichen Vorrichtung, auf welcher die Fasern zurückgehalten werden. Es ist einleuchtend, dass hierdurch nur ein Theil des Wassers entfernt werden kann, da die Fasern durch ihre verfilzte Beschaffenheit eine nicht unbeträchtliche Menge Wasser in Folge von Capillarität festhalten. Wollte man den auf den Sieben zurückgebliebenen weichen Brei sofort dem Austrocknen durch Verdunsten überlassen, so würde dies nicht nur sehr langsam gehen, sondern das ausgetrocknete Papier würde locker, porös, von geringer Festigkeit und mit rauher, runzlicher Fläche zurückbleiben. Diese Uebelstände sind zu beseitigen, wenn man den weichen Brei, der auf den Sieben kein Wasser mehr abgiebt, einem allmälig verstärkten Drucke unterwirft, dadurch zugleich auch die Fasern einander nähert und dabei die Oberfläche ebnet. Das letzte Wasser, welches durch Pressen nicht beseitigt werden kann, wird durch Verdunstung (Trocknen) entfernt.

Die erste der Operationen, durch welche aus dem Ganzstoff das Papier dargestellt wird, ist das Schöpfen, wodurch der flüssige Stoff auf einer siebartigen Fläche, der Form, zu einer dünnen Schicht ausgebreitet wird, wobei zugleich eine Abscheidung eines grossen Theiles des Wassers durch Filtration stattfindet.

Der Ganzstoff, so wie er den Holländer verlässt, fliesst entweder sofort in die Schöpfbütte, aus welcher die Papierbögen geschöpft werden, oder er wird in einen besonderen Kasten, den Stoff- oder Zeugkasten gebracht, in welchem er bis zur weiteren Verarbeitung aufbewahrt wird. Die Schöpfbütte ist ein rundes oder länglich viereckiges Gefäss aus Holz, welches mit Bleiplatten ausgefüttert und auf Unterbogen gestellt ist. An der einen Seite der Bütte steht der mit dem Schöpfen beschäftigte Arbeiter, der Schöpfer. Quer über der Bütte liegt ein breites Brett, die Brücke oder der Steg, und dicht neben demselben der gegen jenen etwas geneigte kleine Steg, welcher dazu dient, die Papierform schnell nach dem grossen Stege hinzuschieben. Der grosse Steg ist mit einer senkrechten Stütze, dem Esel, zum Anlehnen der Formen versehen. Der Bütteninhalt wird während des Schöpfens erwärmt.

Eine wesentliche Verbesserung der Schöpfbütte ist die Combination derselben mit dem Knotenfänger, der die Bestimmung hat, einerseits alle Knötchen und Klümpchen aus dem breiartigen Ganzstoffe zu entfernen, andererseits die Nachfüllung von frischem Ganzstoff in die Schöpfbütte regelmässig zu verrichten. Der Knotenfänger, wie er für die Fabrikation des Handpapieres Anwendung findet, besteht im Wesentlichen aus einem in der Schöpfbütte aufrecht stehenden Siebcylinder, in welchem eine Flügelwelle sich dreht. Der Ganzstoff wird in dem Maasse, als er von dem Schöpfer consumirt wird, durch eine Pumpe

in den Siebcylinder gebracht und durch die Flügelwelle durch das Sieb in die Schöpfbütte getrieben, wobei die Knoten im Innern des Cylinders zurückbleiben.

Die zum Schöpfen des Ganzstoffes angewendeten Papierformen sind ein Gewebe oder Geflecht aus Messingdraht, das so beschaffen sein muss, dass es das Wasser möglichst schnell abfliessen lässt, ohne Papierstoff hindurchzulassen. Man hat zwei Arten von Formen, nämlich

1) die gerippten Formen, deren Gitter aus parallel neben einander liegenden Drähten besteht, welche in gewissen, durch Querleisten bestimmten Entfernungen mit einander durch quer durchflochtene Bindedrähte verbunden sind, welche letztere, indem sie höher als die Bodendrähte liegen, im Papier dünne Stellen bilden, die beim Durchsehen als helle Linien sich zu erkennen geben. Auf solchen Formen dargestelltes Papier heisst geripptes Papier, welches stets zu den mittleren oder geringen Papiersorten zu rechnen ist, bei dessen Fabrikation weniger Glätte der Oberfläche, als Verminderung der Arbeitszeit verlangt wird;

2) die Velinformen bestehen, nicht wie die gerippten Formen aus einem Geflechte, sondern aus einem auf dem Webstuhle gefertigten feinen Messingdrahtgewebe. Das mit diesen Formen geschöpfte Papier, das Velinpapier erhält eine zartgekörnte, ebene Oberfläche, der durch Pressen und Satiniren grosse Glätte und selbst ein gewisser Grad von Glanz ertheilt werden kann. Beim Durchsehen erscheint es gleichförmig und zeigt keine helleren und dunkleren Linien wie die gerippten Papiere.

Auf den gerippten wie auf den Velinformen pflegt man das Fabrikzeichen, eine Firma, ein Wappen u. dergl. von Draht gebildet, anzubringen, wodurch diese Zeichen im Papier als stärker durchscheinend sich darstellen (Wasserzeichen). Der Deckel der Papierform bildet den Rand derselben und bestimmt durch seine Grösse und Gestalt jene des auf der Form geschöpften Papierbogens, und durch seine Höhe das Quantum von Ganzstoff, das auf der Form Platz finden kann.

Was in der Papierfabrikation Filz genannt wird, ist nicht, wie etwa der Hutfilz, wirklicher Filz, sondern ein grobes, lockeres, geköpertes Gewebe aus Wolle, das nur schwach gewalkt und weder gerauhet noch geschoren ist.

Die Arbeit an der Schöpfbütte geschieht von zwei Arbeitern, nämlich dem Schöpfer, welcher mit den Formen das Papier aus der Bütte nimmt, und dem Kautscher, welcher die so entstandenen Papierbogen ab und zwischen die Filze einlegt, eine Arbeit, welche das Kautschen genannt wird. Nachdem die Bütte mit Ganzstoff angefüllt worden ist, rührt man den Bütteninhalt mit der Schöpfkrücke von Zeit zu Zeit durch. Der Schöpfer fasst eine mit dem Deckel versehene Form an der Mitte der schmalen Seite mit beiden Händen, taucht sie schräg in den breiartigen Bütteninhalt, stellt sie darin horizontal, nimmt sie wieder heraus, schüttelt sie einige Mal hin und her, um das Ablaufen des Wassers zu befördern, und den überflüssigen Ganzstoff abzuwerfen, und schiebt sie endlich auf den kleinen Steg. Hierauf nimmt der Schöpfer eine zweite Papierform, die auf dem grossen Stege bereit liegt, und schöpft einen zweiten Bogen. Mittlerweile legt der Kautscher den Bogen von der ersten, ihm zugeschobenen Form auf die Filze. Zu dem Ende lehnt er einige Sekunden lang die Form schräg an den Esel, damit das Wasser möglichst ablaufe, legt sie hierauf umgekehrt auf den Filz, drückt ein wenig darauf und hebt sie wieder auf, wobei der Papierbogen auf dem Filze liegen bleibt. Die leere Form wird dem Schöpfer zurückgegeben. Der Kautscher bedeckt den ersten Papierbogen mit einem Filze, auf welchen er den zweiten Bogen bringt u. s. f. Der Schöpfer kann in einem Tage gegen 5000 Bogen fertigen.

Das Pressen der Papierbögen. Sobald durch die Arbeit des Schöpfens und Kautschens ein Stoss von einer gewissen Höhe, ein Pauscht, entstanden ist, so wird über den obersten Papierbogen noch ein Filz, darüber ein Brett gelegt und der ganze Stoss unter die Presse gebracht. Die Anzahl Bogen in einem Pauscht beträgt meist 181 (man nimmt an, dass drei Pauscht $181 \times 3 = 543$ Bogen 20 Buch = 480 Bogen geleimten und 500 Bogen nicht geleimten Papieres liefern). Das Pressen trägt wesentlich mit dazu bei, die Festigkeit und Glätte des Papieres zu erhöhen. Wollte man den Papierbogen nach dem Schöpfen nur trocknen, so würde das Papier eine lockere und schwammige Beschaffenheit erhalten und im hohen Grade wassereinsaugend sein. Man sucht daher mit der Entfernung des Wassers eine Verdichtung der Papiermasse durch Pressen zu bewirken.

Das Trocknen des Papiers. Durch das Auspressen kann das Papier selbstverständlich nicht von allem Wasser befreit werden; man muss es daher nach dem Auspressen trocknen, welches in der Weise geschieht, dass man die Papierbögen in gehörig gelüfteten Räumen (entweder Trockenböden oder besonderen Trockenhäusern) auf Schnüren aufhängt. Um an Raum zu sparen, hängt man meist zwei bis fünf Bogen übereinander.

Eine geübte Arbeiterin kann in einer Stunde 800—900 Lagen von je 2—5 Bogen, demnach 1600—4500 Bogen aufhängen und nach dem Trocknen dieselbe Anzahl Bogen von den Schnüren abnehmen.

Das Leimen der Papierbögen. Die getrockneten Papierbögen sind, sofern sie nicht bereits in der Bütte geleimt wurden wassereinsaugend, weich und von geringer Haltbarkeit. In diesem Zustande heisst das Papier ungeleimtes Papier und eignet sich nur zur Anwendung als Lösch- oder Fliesspapier, Filtrirpapier, Pack- und Druckpapier. Behufs seiner Benutzung als Schreib- und Zeichenpapier ist es dagegen nothwendig, dass das Papier geleimt werde. Durch das Leimen sollen die Poren des Papieres mit einer Substanz ausgefüllt werden, welche der Feuchtigkeit widersteht und die Capillarität des Papieres aufhebt, will man also die Fasern, aus denen das Papier besteht, zusammenkleben, sie in eine festere Verbindung mit einander bringen und dem Papierbogen dadurch grössere Steifheit, Festigkeit und Härte geben. Der gewöhnliche Leim kann diese Bedingungen nicht erfüllen, weil er im getrockneten Zustande beim Zusammenbringen mit Wasser wieder erweicht. Dieser Uebelstand wird aber beseitigt, wenn man dem Leim ein lösliches Thonerdesalz, wie Alaun, schwefelsaure Thonerde, Chloraluminium zusetzt. Dadurch wird der Leim vor dem schnellen Verderben bewahrt und in einer Weise verändert (ungefähr so wie die Thierhaut durch Chloraluminium in der Alaun- oder Weissgerberei), dass er einmal im Papiere eingetrocknet, vom Wasser nicht wieder aufgeweicht und klebrig gemacht wird. Der Papierfabrikant bereitet sich seinen Leim selbst aus Hammelfüssen und den Abfällen der Gerbereien, indem er diese Materialien mit Wasser sieden lässt, bis alles Lösliche ausgezogen ist, das so erhaltene Leimwasser filtrirt und dann mit Alaun versetzt. Die Leimung erfolgt, indem der Leimer 80—100 Bogen in die Hände nimmt und in der Leimbütte so bewegt, dass jeder Bogen nach zweiter Wendung mit Leimlösung getränkt ist. Ein guter Arbeiter leimt in 12 Stunden 40 bis 50,000 Bogen. Die Trocknung des Papieres nach der Leimung darf weder zu schnell noch zu langsam und muss in luftigen Räumen stattfinden.

Das Ausrüsten (Appretur) des Papiers. Nachdem das geleimte Papier gepresst und getrocknet worden ist, bedarf es noch einer Ausrüstung, um als fertige Waare zu gelten. Es ist nämlich noch nicht eben und glatt genug und enthält verschiedenartige anhängende und theilweise selbst festsitzende Unreinigkeiten. Auch ist es nöthig, dass es abgezählt und zusammengelegt werde. Die erste der Ausrüstungsarbeiten besteht in dem Auslesen oder Putzen, welches die Entfernung aller fremdartigen Körper zum Zwecke hat. Mit dieser Arbeit ist zugleich ein Auslesen der beschädigten Bogen verknüpft. In Folge der Einführung der Knotenfänger in die Papierfabrikation ist das Auslesen gegenwärtig sehr erleichtert, ja in einzelnen Fällen selbst überflüssig geworden. Das ausgelesene Papier wird gezählt und zusammengelegt und geschieht bei gehöriger Uebung so schnell, dass ein Arbeiter stündlich 8 bis 15,000 Bogen zu zählen im Stande ist.

Man legt das Papier in ganzen oder halben Buchen zusammen. 24 Bogen geleimtes und 25 Bogen nicht geleimtes Papier machen ein Buch, 20 Buch ein Ries, 10 Ries einen Ballen. Das oberste und das unterste Buch eines jeden Ries besteht in der Regel aus Ausschussbogen.

Eine möglichst ebene und glatte Oberfläche des Papieres wird durch mehrmaliges und anhaltendes Pressen (das sogenannte Trockenpressen) erzielt, wobei jedes Mal die Bogen in anderer Richtung auf einander gelegt werden. Dieses Umlegen der Bogen heist das Auswechseln oder Austauschen. Die meisten Papiersorten erlangen durch das Pressen ihre Vollendung, nur die feinsten Papiere (z. B. Briefpapier) werden noch durch das Satiniren geglättet. Man satinirt entweder in der Presse oder mittelst eines Walzwerkes (Satinirmaschinen).

Die hauptsächlichsten Papiersorten und Papierformate.

Die Papiersorten des Handels zerfallen in drei Hauptgattungen, nämlich:

A. Schreib- und Zeichenpapiere, von denen die Schreibpapiere wieder zerfallen in die geringste Sorte, das Conceptpapier, das mittelfeine Kanzleipapier und die feinsten Sorten als Post- oder Briefpapier, und als Velinschreib- oder Briefpapier.

B. Druckpapiere, von welchen man wieder unterscheidet eigentliches Druckpapier für Buchdrucker in seinen verschiedenen Arten als Concept-Druck, Kanzlei-Druck, Post-Druck und Velin-Druck, Notendruckpapier und Kupferdruckpapier und Seidenpapier, welches letztere zum Einwickeln von Gold- und Silberwaaren, zum Einlegen zwischen Kupferstiche etc. dient.

C. Lösch- und Packpapier. Das Lösch- oder Fliesspapier ist stets ungeleimt und erscheint in seiner feinsten Sorte als Filtrirpapier; das Packpapier ist gewöhnlich halb geleimt und erscheint bald als gelbes Strohpapier, blaues Zucker- und Nadelpapier u. s. w.

B. Die Fabrikation des Maschinenpapiers.

Die Herstellung des Papiers durch Schöpfen des mit Wasser gemischten Ganzstoffes mit Hülfe von Formen scheint eine so einfache Arbeit zu sein und nimmt zugleich so viel Zeit in Anspruch, dass der Gedanke ein sehr naheliegender ist, die Arbeit anstatt durch Menschenhände auf mechanischem Wege ausführen zu lassen. Bei den Bestrebungen, die auf eine Einführung der Maschine zur Verfertigung der Papierbogen gerichtet waren, hat man zweierlei Wege eingeschlagen, auf dem einen suchte man Bogen von der gewöhnlichen Grösse nach einem Verfahren herzustellen, dem immer noch die alte Fabrikationsmethode zu Grunde lag, auf dem anderen Wege und nur dieser letztere hat zum Ziele geführt, bildete man sehr lange Papierblätter (endloses Papier) von einer in gewissen Grenzen veränderlichen Breite, welche erst später als fertiges Papier in einzelne Bogen zerschnitten wurden. Unter den vorgeschlagenen Maschinen haben sich die Formen mit gerader Form oder die sogenannten Schüttelmaschinen am meisten bewährt, namentlich sind sie zur Fabrikation feiner Papiere die allein tauglichen.

Um ein fortlaufendes Papierband von unbestimmter Länge und einer bestimmten Breite zu erzeugen, hat die Maschine den von der Stoffmühle kommenden Ganzstoff nach einander

1) auf die passende Consistenz durch Verdünnen mit Wasser zu bringen;

2) den Ganzstoff durch die Knotenmaschine von Knoten zu befreien;

3) mit dem von Knoten befreiten, breiartigen Ganzstoff mittelst des Regulators den Stoff- oder Zeugbehälter regelmässig so zu speisen, wie es zur geordneten Ablieferung des Stoffes auf die Form und zur Erzeugung eines möglichst gleichdicken Papierblattes erforderlich ist; der Ganzstoff wird in einen gleichmässigen Strahl von der Breite des herzustellenden Papieres ausgebreitet;

4) der so zuströmende Ganzstoff wird in ein scharfgerandetes Blatt geformt;

5) das so entstandene Papierblatt von dem grössten Theile des Wassers zu befreien und zwar durch Abtropfenlassen, durch luftverdünnten Raum und durch Pressen;

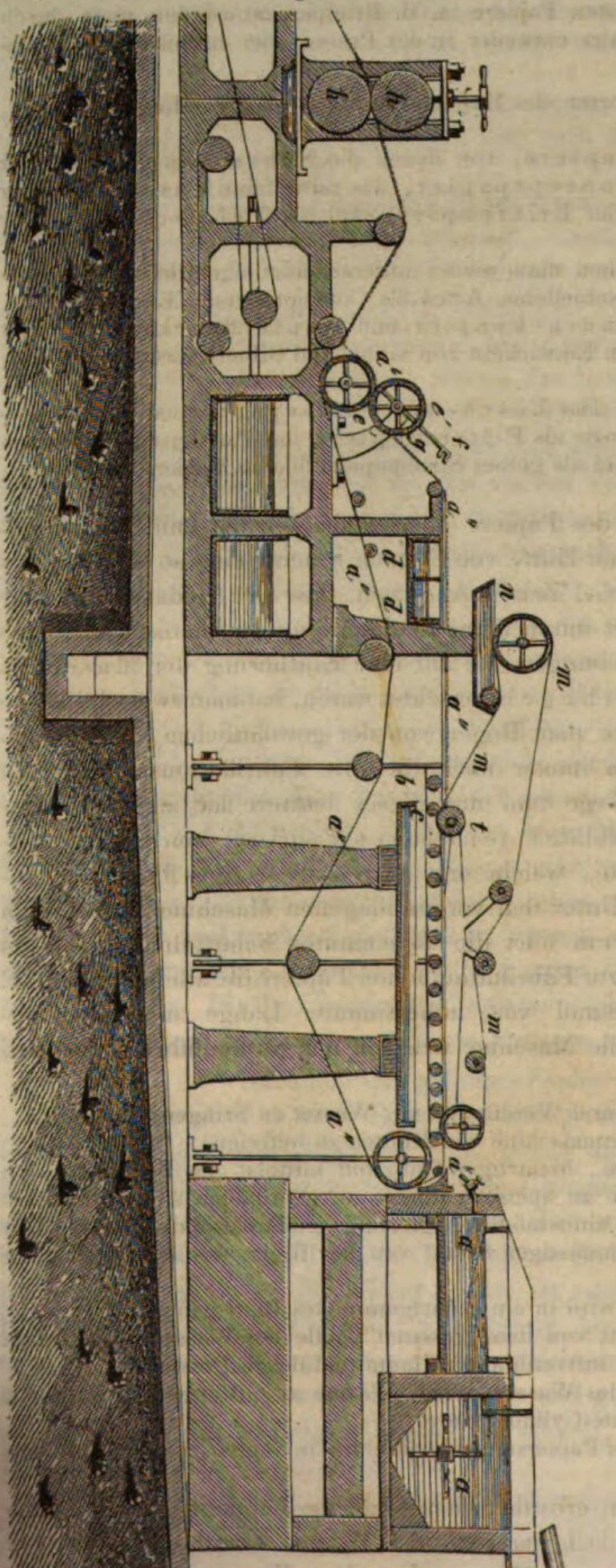
6) den zurückgebliebenen Rest des Wassers durch Wärme zu entfernen, indem man das Papier um grosse mit Dampf geheizte Cylinder führt;

7) das fertige Papier mittelst einer Papierschneidemaschine in Bogen von den üblichen Formatgrössen zu zerschneiden.

Nachdem der Ganzstoff auf den erforderlichen Grad der Feinheit gebracht worden ist, wird er durch Rührvorrichtungen mit Wasser verdünnt bis zur gehörigen Consistenz. So fliesst der Stoff zunächst dem Knotenfänger zu.

Dieser Apparat bestand ursprünglich aus einem unten geschlossenen Cylinder von Messingblech, dessen Umfang mit sehr feinen Löchern durchbohrt war, und in welchem eine Rührvorrichtung mit grosser Schnelligkeit sich drehte. Im Laufe der Zeit ist er wesentlich verändert worden. Eine der besten Knotenfangmaschinen ist die von Mannhardt und Steiner in München, durch welche das Zurückhalten der Knoten und des Sandes weit vollständiger als durch viele andere Vorrichtungen erreicht wird.

Fig. 153.



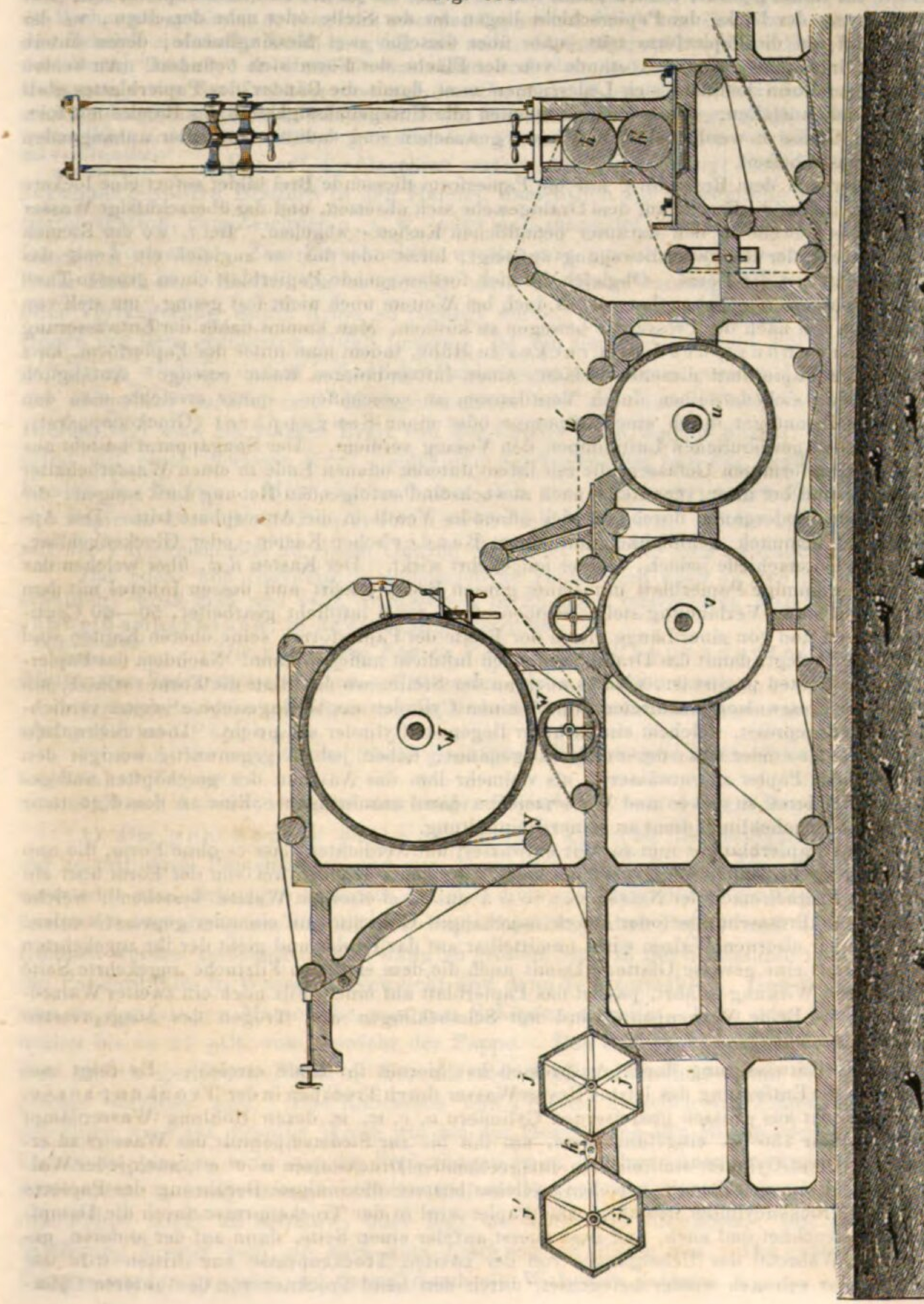
Nachdem der Ganzsfoff durch die Knotenmaschine von allen Unreinigkeiten befreit worden ist, kommt er auf die Papiermaschine. Damit das Ganzstoffreservoir fortwährend mit frischen Portionen von Stoff so regelmässig gespeist wird, wie es zur geordneten Ablieferung des Stoffes auf die Papierform und zur Erzeugung eines möglichst gleichdicken Papierblattes erforderlich ist, benutzt man den Regulator, welcher eine sehr wesentliche Vorrichtung an den Papiermaschinen aller Art ist.

Die Papiermaschine ist in den beiden Zeichnungen Fig. 153 u. 154 im senkrechten Durchschnitt dargestellt. Die Zeichnung ist ihrer Länge wegen in zwei Theile getrennt worden. Fig. 154 ist demnach als die Fortsetzung von Fig. 153 zu betrachten. Der Bewegungsmechanismus ist weggelassen.

Nachdem der Ganzstoff durch die Knotenmaschine *a* gegangen ist, fliesst er in den schmalen Trog *a'* und wird mittelst des Regulators der Form der Papiermaschine übergeben. Die Form *a'' a''* ist ein endloses Metalldrahtsieb von der Art wie die gewöhnlicher Velinformen, dessen oberer Theil in seiner ganzen Breitenausdehnung von einer Anzahl hohler Kupferwalzen unterstützt und dadurch vollkommen horizontal erhalten wird. Die gerade Fläche des Siebes hat eine Länge von 3—4 Meter und eine Breite von 1—1,6 Meter. Der

untere Theil der Form a'' ist durch einige Walzen in einem stumpfwinkligen Zickzack ausgespannt. Die zunächst dem Regulator a' liegenden Walzen liegen sehr nahe neben einander, weiterhin sind sie entfernter. Die Form hat eine doppelte Bewegung, nämlich einmal die fortschreitende in der Längenrichtung, wodurch das entstandene Papierblatt weiter geführt wird, und ununterbrochen neue leere Theile des Metalldrahttuches dem darauf fliessenden

Fig. 154



Ganzstoff dargeboten werden, weil die Form fortwährend circulirt; das andere Mal erhält die Papierform eine schüttelnde Bewegung in der Richtung nach ihrer Breite, um das Abfliessen des Wassers aus dem auf der Form ausgebreiteten Stoff und auch die gleichförmige Vertheilung der Masse selbst zu befördern (daher ja auch die Bezeichnung Schüttelmaschine). Um nach Belieben minder breites Papier herstellen zu können, als der Breite der Papierform entspricht, befinden sich oben auf der Form zwei parallele Leisten, mit deren Hülfe ein Raum gebildet werden kann, der die Breite des zu fabricirenden Papieres hat. Zur Regulirung der Dicke der Papierschicht liegen an der Stelle oder nahe derselben, wo der Ganzstoff auf die Papierform tritt, quer über dieselbe zwei Messinglineale, deren untere Kanten in einem geringen Abstande von der Fläche der Form sich befinden. An beiden Seiten der Form befinden sich Lederriemen *m m*, damit die Ränder des Papierblattes glatt und gerade ausfallen. Diese Riemen nehmen alle Unregelmässigkeiten des Randes mit fort. In dem Gefäss *n* werden sie mit Wasser gewaschen und dadurch von aller anhängenden Papiermasse befreit.

Der aus dem Reservoir *c* auf die Papierform fliessende Brei bildet sofort eine lockere Schicht, indem die Fasern auf dem Drahtgewebe sich absetzen, und das überschüssige Wasser durch das Gewebe in den darunter befindlichen Kasten *c* abgeben. Bei *t*, wo der Riemen zum Zwecke der Rückwärtsbewegung aufsteigt, lüftet oder löst er zugleich ein wenig das Papierblatt von der Form. Obgleich das sich fortbewegende Papierblatt einen grossen Theil seines Wassers abgegeben hat, ist es doch bei Weitem noch nicht fest genug, um sich von der Form frei nach der Presswalze bewegen zu können. Man kommt daher der Entwässerung durch Anwendung des Luftdruckes zu Hülfe, indem man unter der Papierform, kurz bevor das Papierblatt dieselbe verlässt, einen luftverdünnten Raum erzeugt. Anfänglich suchte man sich denselben durch Ventilatoren zu verschaffen, später erreichte man den Zweck vollständiger durch eine Luftpumpe oder einen Saugapparat (Glockenapparat), der vor den gewöhnlichen Luftpumpen den Vorzug verdient. Der Saugapparat besteht aus drei glockenförmigen Gefässen, die mit ihrem unteren offenen Ende in einen Wasserbehälter tauchen, und bei ihrer, der Reihe nach abwechselnd erfolgenden Hebung Luft saugen, die dann beim Niedergange durch ein sich öffnendes Ventil in die Atmosphäre tritt. Der Apparat hat demnach Aehnlichkeit mit einem Baader'schen Kasten- oder Glockengebläse, mit dem Unterschiede jedoch, dass er umgekehrt wirkt. Der Kasten *d d*, über welchen das noch schwammige Papierblatt mit seiner ganzen Breite passirt und dessen Inneres mit dem Saugapparate in Verbindung steht, ist oben offen, sonst luftdicht gearbeitet, 50—60 Centimeter breit und von einer Länge gleich der Breite der Papierform; seine oberen Kanten sind mit Leder belegt, damit das Drahtgewebe sich luftdicht auflegen kann. Nachdem das Papierblatt den Kasten passirt ist, wird es noch an der Stelle, wo das Blatt die Form verlässt, um unter die Presswalzen einzutreten, durch einen Cylinder aus Drahtgewebe *e'* weiter verdichtet und ausgepresst, welchem ein darunter liegender Cylinder entspricht. Diese Siebwalzen Egoutteurs oder Dandy-rollers genannt, haben jedoch gegenwärtig weniger den Zweck, das Papier zu entwässern, als vielmehr ihm das Ansehen des geschöpften und gerippten Papieres zu geben und Wasserzeichen darin anzubringen. Eine an dem Egoutteur befestigte Schabeklinge dient zu seiner Reinhaltung.

Das Papierblatt ist nun so weit entwässert und verdichtet, dass es ohne Form, die nun leer zurückgeht, seinen Weg verfolgen kann. Es geht zunächst frei von der Form über ein endloses Filztuch nach der Nasspresse *h h* aus zwei eisernen Walzen bestehend, welche durch eine Pressschraube oder durch angehängte Gewichte auf einander gepresst werden. Die eine der eisernen Walzen wirkt unmittelbar auf das Papier und giebt der ihr zugekehrten Seite bereits eine gewisse Glätte. Damit auch die dem endlosen Filztuche zugekehrte Seite die gleiche Wirkung erfährt, passirt das Papierblatt auf einem Filz noch ein zweites Walzenpaar *h' h'*. Beide Walzenpaare sind mit Schabeklingen und Trögen des ausgepressten Wassers versehen.

Die Entwässerung durch Auspressen hat hiermit ihr Ende erreicht. Es folgt zum Schlusse die Entfernung des letzten Restes Wasser durch Trocknen in der Trockenpresse. Diese besteht aus grossen gusseisernen Cylindern *u*, *v*, *w*, in deren Höhlung Wasserdampf von ungefähr 130° C. eingeführt wird, um ihn bis zur Siedetemperatur des Wassers zu erhitzen. Diese Cylinder sind mit den entsprechenden Druckwalzen *u' v' w'*, auch jedes Walzenpaar mit einem Filztuche versehen, welches letztere die innigste Berührung des Papieres mit dem Trockencylinder bewirkt. Das Papier wird in der Trockenpresse durch die Dampfwärme getrocknet und auch, und zwar zuerst auf der einen Seite, dann auf der anderen, geglättet. Während des Ueberganges von der zweiten Trockenpresse zur dritten wird das Papier sehr schwach wieder befeuchtet, durch den beim Trocknen von den unteren Cylin-

dern aufsteigenden Wasserdampf, wodurch es denjenigen Grad von Weichheit erhält, welcher das gehörige Glattpressen sichert. Die Wirkung der Presse *w w'* ist gleichwol nicht so ausgezeichnet als jene von *v v'*, die das Papierblatt in einem feuchteren, daher geschmeidigeren Zustande erhält. Darin ist auch der Grund zu suchen, warum meist die eine zuerst geglättete Seite des Papieres merklich glätter ist als die andere.

Das fertige Papier verlässt unter der Walze *y* den Filz und geht auf den sechsstäbigen Haspel *j*, durch dessen Umdrehung es aufgewickelt wird. Ist derselbe angefüllt, wozu gegen 60 Drehungen gehören, so schneidet man das Papierblatt durch und lässt durch einen Stoss den Hebel *k* eine halbe Kreisbewegung um seinen Drehungspunkt machen, bringt dadurch den zweiten Haspel *j'* an die Stelle des ersten und lässt das Papier auf ihn laufen. Beim Uebergange von der Trockenpresse auf den Haspel wird das Papierblatt durch Längenschnitte dergestalt zertheilt, dass seine Breite in mehrere Theile zerlegt, folglich das ganze breite Blatt in schmälere Blätter getrennt wird, die sich neben einander aufwickeln.

Die Papierschneidemaschinen.

Das auf der Maschine verfertigte Papier gelangt entweder in langen zusammengerollten Blättern in den Handel, namentlich zur Anwendung in der Tapetenfabrikation, zum Zeichnen u. s. w., oder man schneidet es in Bögen nach den verlangten Formaten. Zum Zerschneiden wendet man zuweilen ein grosses Messer aus freier Hand an. Hierbei ist es nöthig, dass der Haspelumfang durch Verkürzung oder Verlängerung seiner Arme so regulirt werde, dass jeder Umgang eine Anzahl Bögen mit dem geringsten Abfall liefere. Ist ein derartiger Haspel mit Papier angefüllt, so wird die darauf befindliche Papiermasse nach einer geraden Linie, die zu der Haspelaxe parallel ist, durchgeschnitten und auf einem Tische ausgebreitet. Hierauf legt man ein starkes Brett von der Grösse eines Bogens darauf, drückt dasselbe mit einer gewissen Kraft nieder und durchschneidet nun das Papier nach den Kanten des Brettes. Meist bedient man sich aber gegenwärtig zum Zerschneiden des Papieres besonderer Papierschneidemaschinen, welche man entweder mit der Papiermaschine zu einem Ganzen verbindet oder für sich gebraucht.

Das buch- und riessweise zusammengelegte Papier wird noch an den Rändern beschnitten, wozu man und zwar vorzugsweise in England verschiedene Maschinen, Beschneidemaschinen, in Anwendung gebracht hat.

Fabrikation der Pappe.

Die unter dem Namen Pappe oder Pappendeckel bekannten Blätter aus Papiermasse können auf dreierlei Weise erhalten werden, nämlich:

1) durch Schöpfen von Bogen von der Dicke der herzustellenden Pappe — geschöpfte oder geformte Pappe;

2) durch Vereinigen von frisch geschöpften Papierbögen durch Pressen — gekautschte Pappe;

3) durch Aufeinanderleimen von fertigen Papierbögen — geleimte Pappe.

1) Die geschöpfte oder geformte Pappe ist die geringste Sorte, die nur zu ordinären Papparbeiten und zum Einpacken Anwendung findet. Als Material verwendet man diejenigen Lumpen, die sich nicht zur Herstellung von Papier eignen, ferner Buchbinderspäne, Abfall der Papierfabriken, altes Papier und dergl. Die Lumpen werden zerschnitten und dann zu grobem Stoff in der Stoffmühle verarbeitet, die Papierabfälle in Wasser aufgeweicht und dann fein zermahlen. Gewöhnlich setzt man zu der fertigen Masse, ehe man zum Schöpfen schreitet, Thon oder Kreide, zuweilen bis zu 25 pCt. vom Gewicht der Pappe. Das Schöpfen geschieht mit Hülfe von groben gerippten Formen, die, um viel Stoff aufzunehmen, mit einem hohen Deckel versehen sind. Das Kautschen und Pressen zwischen den Filzen und ohne dieselben wird auf dieselbe Weise wie bei der Herstellung von Bogen vorgenommen. Da die Pappbogen nicht wie die Papierbogen beim Trocknen zusammengebogen werden dürfen, so hängt man sie mittelst kleiner Haken, welche man durch eine Ecke der Pappe sticht an Schnüre, oder legt sie flach über dieselben. Bei günstiger Witterung breitet man sie auch zum Trocknen auf Rasen aus. Die getrockneten Pappen werden gepresst und darauf durch ein Walzwerk gelassen.

Die so erhaltene Pappe ist von geringer Festigkeit und äusserst weich, weil die Entwässerung der dicken Bogen durch Abtropfen auf der Form nur sehr unvollkommen geschieht. Bei der Schwierigkeit, eine so grosse Menge Pappmasse regelmässig auf der Form auszubreiten, ist es nicht möglich, der Pappe überall gleiche Dicke und eine glatte Oberfläche zu geben.

2) Die gekautschte Pappe wird aus besseren Materialien dargestellt als die geschöpfte Pappe. Die zum Schöpfen dienenden Formen sind den in der Papierfabrikation angewendeten völlig gleich. Auch die Verfertigung der Pappe ist von der des Papieres nur dadurch verschieden, dass man beim Kautschen der Pappe immer erst einige in der Dicke eines starken Papieres geschöpfte Bögen ohne Zwischenlage auf einander legt, ehe wieder ein Filz darüber gedeckt wird. Es giebt hinsichtlich des Kautschens der Pappe zwei Verfahrungsarten, nach der einen werden, nachdem ein Bogen auf den Filz abgelegt ist, die übrigen Bogen einzeln nach einander darüber gekautscht, bis die erforderliche Dicke erreicht ist. Nach der zweiten nimmt der Kautscher die mit einem Bogen bedeckte Form in Empfang und behält sie, bis der Schöpfer mit der anderen Form einen zweiten Bogen verfertigt hat; dann stürzt er die erste Form um, legt sie auf die zweite und drückt sie an. Wird die obere Form aufgehoben, so bleiben beide Bogen auf den unteren liegen; mit der leer gewordenen Form wird ein neuer Bogen geschöpft und das Verfahren wiederholt. Sobald auf diese Weise die erforderliche Anzahl Bogen auf einander liegt, kautscht man mit einem Male auf einen Filz und legt darüber sofort einen anderen Filz. Letzteres Verfahren hat den Vortheil, dass durch den Druck der beiden Formen schon viel Wasser ausgepresst wird, ehe die Blätter zwischen die Filze kommen. Die in der Anzahl von 6—12 zusammengekautschten Bogen werden durch das nachfolgende Pressen vollständig vereinigt.

Eine besonders harte und dichte Sorte gekautschter Pappe bilden die Pressspäne (Glanzpappe), die beim Ausrüsten des Tuches, in den Buchdruckereien zum Pressen und Glätten der bedruckten Bogen und dergl. Anwendung finden. Der Stoff dazu wird in der Bütte geleimt. Häufig setzt man feine Sägespäne von Eichenholz und gebrannten Kalk zu. In das Innere der Pressspäne nimmt man Papierbögen aus gröberem Stoffe.

3) Die geleimte Pappe (Kartenpapier) entsteht durch Aufeinanderkleben von 2—15 Bogen geleimten Papieres, wobei man gewöhnlich sich des Stärkekleisters bedient. Die aneinander geklebten Bogen werden gepresst und zuweilen auch satinirt.

Manche Sorten von Pressspänen, sowie das sogenannte Bristol- oder Isabellenpapier, welches zur Miniaturmalerei mit Wasserfarben dient, gehört hierher; letzteres wird aus den besten Sorten geleimten Velinpapieres erhalten. Die geringeren Sorten geleimter Pappe stellt man aus gewöhnlichem ungeleimten Druckpapier dar, welchem man nur oberflächlich eine Lage von geleimtem Papier giebt.

Die in neuerer Zeit häufig zu Relief-Ornamenten angewendete Steinpappe wird aus Ganzstoff, Leimlösung, gepulvertem Cement, Thon und Kreide oder Barytweiss gebildet.

Das Papiermaché, so wie es zu Dosen, Puppenköpfen, den Fleischmann'schen Figuren (in Nürnberg) Anwendung findet, wird auf verschiedene Weise erhalten. Gewöhnlich bereitet man aus altem Papier durch Kochen mit Wasser einen Teig, den man nach Beseitigung des überschüssigen Wassers durch Auspressen, mit Leimlösung, Gummi oder Stärkekleister versetzt, und dann in geölte Formen drückt. Nach dem Trocknen werden die geformten Gegenstände mit Leinöl getränkt und dann bei höherer Temperatur „gebacken“. Meist mengt man die Papiermasse mit Sand, Thon, Kreide oder Schwerspath. — Eine andere Sorte von Papiermaché besteht aus Papierbögen, die mit einem Gemenge von Leim und Kleister über einander geklebt werden. Häufig wendet man hierbei Modelle oder Formen von Holz an, über die ein Papierblatt nach dem andern aufgezogen wird. Nach scharfem Trocknen auf den Formen werden die Gegenstände abgedreht, behobelt und dergleichen und dann lackirt.

Papier aus farbigem Stoffe. Die durch die ganze Masse hindurch gefärbten Papiere werden entweder auf die Weise dargestellt, dass man schon farbige Lumpen anwendet

(naturfarbige Papiere wie das braune Packpapier) oder den aus halbweissen Lumpen bereiteten Ganzstoff in der Bütte färbt (im Zeug gefärbte Papiere wie das Zucker- und Nadelpapier). Zur Fabrikation der letzteren nimmt man auf 50 Kilogr. trockne Papiermasse folgende Substanzen, zu

Gelb:	2,5 Kilogr. essigsaures Bleioxyd, 0,45 „ rothes chromsaures Kali;
Blau:	2,5 Kilogr. Eisenvitriol, 1,5 „ Ferrocyankalium;
Grün:	3 Kilogr. Blau, 1,05 „ Gelb;
Violett:	1,05 Kilogr. Blauholzextract;
Rosa:	6 „ Limaholzextract;
Chamois:	3 Kilogr. Doppelvitriol, 3 „ Chlorkalk u. s. w.

In der Fabrikation der bunten Papiere bereitet man Lösungen mineralischer oder vegetabilischer Farbstoffe nach den Regeln der Färberei (Saftfarben, flüssige Farben) oder rührt feine erdartige Farben (Deckfarben, Körperfarben) mit einer klebrigen Flüssigkeit (Stärkekleister, Lösung von arabischem Gummi oder von mit Alaun versetztem Leim) an, und trägt diese Flüssigkeiten mittelst eines Schwammes oder einer Bürste auf das Papier auf, wenn nur eine Seite gefärbt werden soll, oder zieht den Bogen ohne Weiteres durch die Farbenbrühe.

Das Pergamentpapier.

Das Pergamentpapier besitzt in den meisten seiner Eigenschaften eine solche Analogie mit einer thierischen Membran, dass es mit Recht vegetabilisches Pergament (Phytopergament) genannt worden ist. Es entsteht durch die Einwirkung von Schwefelsäure oder einer Lösung von Chlorzink auf ungeleimtes Papier. Wendet man Schwefelsäure an, so ist die zweckmässigste Verdünnung: 1 Kilogr. concentrirte englische Schwefelsäure und 125 Grm. Wasser. Durch diese Säure zieht man das Papier in der Weise hindurch, dass es gleichmässig auf beiden Seiten von der Säure benetzt wird. Die Zeitdauer der Einwirkung der Säure auf das Papier wird durch die Beschaffenheit des letzteren bedingt. Je dicker oder je fester das Papier ist, desto länger muss die Säure einwirken. Bei den im Handel vorkommenden Fliesspapiersorten ist eine Zeitdauer von 5—20 Sekunden als Minimum und Maximum hinreichend, um die Umwandlung zu bewirken. Nachdem die Säure lange genug eingewirkt hat, bringt man das Papier in kaltes Wasser, dann in verdünnte Ammoniaklösung und schliesslich wieder in Wasser, um alle Säure auszuwaschen, zuletzt trocknet man es. Beim freiwilligen Trocknen kraust sich das Pergamentpapier, so dass es unansehnlich aussieht. Um dieses zu verhindern, wird folgendes Verfahren angewendet: Eine Dampfmaschine zieht das endlose Papier zuerst durch einen Bottich mit Schwefelsäure, dann durch Wasser, Ammoniak und wieder Wasser, hierauf über Tuchwalzen, um es von einem Theile des Wassers zu befreien und endlich über polirte und erhitzte Walzen, durch welche es gepresst und geglättet wird.

Das Pergamentpapier, regelrecht bereitet, besitzt dieselbe Farbe und durchscheinende Beschaffenheit wie das thierische Pergament, auch hat sich bei ihm der faserige Zustand in eine hornartige Beschaffenheit verwandelt, und ebenso hat es in Bezug auf Cohäsion, Biegsamkeit, Hygroskopicität u. s. w. viel Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen Pergament. In Wasser getaucht wird es weich und schlaff, ohne an Festigkeit zu verlieren. Es lässt Flüssigkeiten nur vermöge der Endosmose durch sich hindurch. Es wird durch Kochen mit Wasser nicht angegriffen und fault auch nicht.

Die werthvollen Eigenschaften des Pergamentpapieres lassen dasselbe in mancherlei Anwendungen als geeignet erscheinen, so namentlich als Material für Urkunden und Dokumente, Werthpapiere und überhaupt alle Schriftstücke, deren Erhaltung von Wichtigkeit ist. Ein anderer Vorzug des Pergamentpapieres im Vergleich mit dem gewöhnlichen Pergamente

besteht darin, dass ersteres weit weniger als letzteres der Zerstörung durch Insekten ausgesetzt ist. Das Pergamentpapier bietet ferner den Vortheil dar, dass man ein darauf geschriebenes Wort nur schwierig verlöschen und durch ein anderes ersetzen kann, was eine gewisse Sicherheit gegen Fälschung gewährt. Die Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Pergamentpapieres lässt dasselbe zu Plänen und Zeichnungen, namentlich zu Bauzeichnungen, die nicht selten der Nässe ausgesetzt sind, als besonders geeignet erscheinen. Ferner kann das Pergamentpapier zum Einbinden von Büchern ausgedehnte Anwendung finden. Bücher, Karten etc., die zum Schulgebrauche bestimmt sind, können zweckmässig auf Pergamentpapier gedruckt werden, damit sie dauerhafter sind. Anstatt der Thierblase eignet es sich zum Verschliessen von Gläsern mit eingemachten Früchten, mit Extracten, Syrupen etc., zur Verbindung der Theile von Destillir- und andern Apparaten. In der Chirurgie verwendet man es statt der Leinwand, des Wachstuches und der Gutta percha bei eiternden und verjauchenden Wundflächen.

Das Stärkemehl.

Allgemeines. Das Stärkemehl gehört zu den verbreitetsten Substanzen des Pflanzenreiches und nähert sich unter allen organischen Verbindungen am meisten der Cellulose; seine Zusammensetzung $C_{12}H_{10}O_{10}$ ist die nämliche. In Folge seines lockeren Zusammenhanges lässt sich das Stärkemehl durch chemische und physikalische Agentien mit Leichtigkeit in Stärkegummi (lösliche Stärke, Dextrin) und in Zucker überführen, und wird dadurch zu einer der in technischer Hinsicht wichtigsten Substanzen. Mit seltenen Ausnahmen kommt das Stärkemehl in Körnerform vor. Das einzelne Stärkemehlkorn ist nicht durch und durch homogen, sondern besteht aus zahlreichen, aneinander gelagerten Schichten, die im Allgemeinen, je weiter nach Innen, um so wasserhaltiger sind. Der innerste Theil des Kornes stellt sich gewöhnlich als eine lufterfüllte Höhle dar, um welche herum die Schichten abgelagert zu sein scheinen. In der Regel liegen die dickeren Stellen aller Schichten sämmtlich nach einer Richtung hin; sind die Schichten überall gleich dick, so bleiben die Körner kugelförmig; sind sie in der Aequatorialzone dicker, so nimmt das Stärkemehlkorn eine linsenförmige Gestalt an u. s. w. Bei der mikroskopischen Prüfung zeigen sich die Grenzen der Schichten als Linien, bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägt, welche um die Centralhöhlung herumlaufen.

Payen hat die grössten Dimensionen der Stärkemehlkörner bestimmt und dieselben in $^1/_{1000}$ Millimetern angegeben. Aus seinen Untersuchungen heben wir folgende Beispiele hervor:

Stärkekörner aus	dicken Kartoffeln	185
„ „	gewöhnlichen Kartoffeln	140
„ „	Maranta indica	140
„ „	Bohnen	74
„ „	der Sagopalme	70
„ „	Linsen	67
„ „	Erbsen	50
„ „	Weizen	50
„ „	Mais	50

Fig. 155 zeigt Körner von Kartoffelstärke, Fig. 156 (siehe folgende Seite) von Weizen. Die Kartoffelstärke bildet wegen der Grösse ihrer Körner ein etwas weniger feines Pulver als die Weizenstärke.

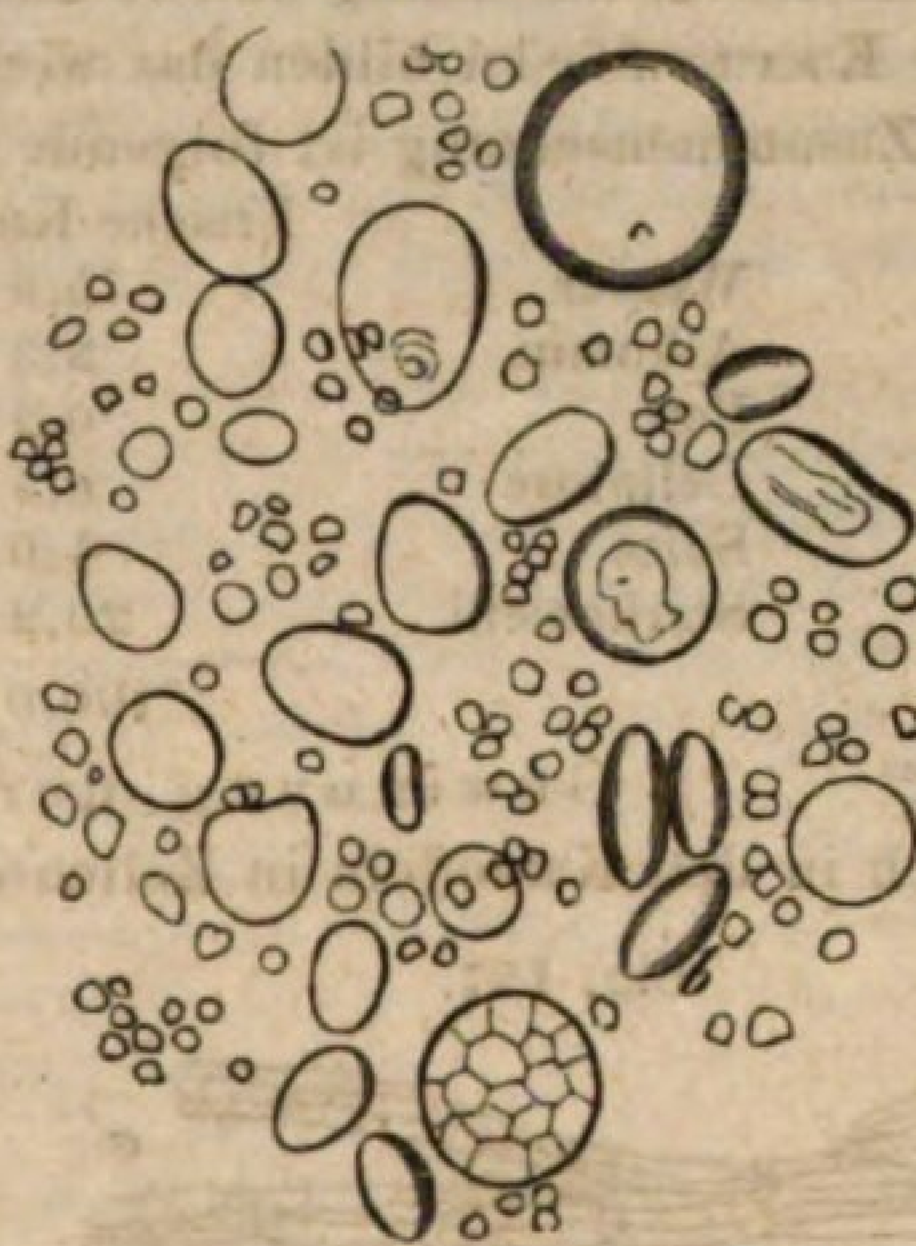
Eigenschaften des Stärkemehls. Das gewöhnliche Stärkemehl enthält im lufttrockenen Zustande noch ungefähr 18 pCt. Wasser. In diesem Zustande besitzt das Stärkemehl, obgleich es pulverförmig ist, doch noch grosse Neigung, sich zu Ballen zu vereinigen. An feuchter Luft aufbewahrtes Stärkemehl enthält gegen 35,5 pCt. Wasser. In kaltem Wasser, in Alkohol und Aether, ätherischen und fetten Oelen ist Stärkemehl voll-

kommen unlöslich. Bei einer Temperatur von 160° geht gewöhnliche Stärke in Dextrin über. Erwärmt man Stärkemehl mit der 12—15fachen Wassermenge bis

Fig. 155.



Fig. 156.



auf 55°, so findet keine sichtbare Veränderung der Stärke statt; bei einer Temperatur von 58° beginnen die jüngeren Stärkekörner aufzuschwellen, und je höher die Temperatur steigt, eine desto grössere Anzahl von Körnern zeigt diese Wirkung; bei 72° verdickt sich die Flüssigkeit und bildet dann den Kleister, dessen Consistenz bis 100° noch zunimmt. Die Kleisterbildung geht vor sich durch das Platzen der Schichten und durch Wasseraufnahme der schwammigen Masse. Der Kleister enthält keine Stärke gelöst; auf Fliesspapier oder durch Frostkälte kann man demselben das Wasser entziehen. Durch längere Zeit fortgesetztes Kochen der Stärke mit Wasser löst sich die Stärke darin auf; 1 Th. Stärke löst sich in 50 Th. Wasser, beim Erkalten der Lösung scheidet sich ungefähr die Hälfte in Form von Kleister ab. Die Stärke wird durch Jod eigenthümlich blau oder violett gefärbt. Die trockene Stärke besitzt ein spec. Gewicht von 1,53, sie setzt sich demnach leicht aus dem Wasser ab. Alkalien und verdünnte Säuren bewirken schon in der Kälte Schwellen und theilweise Zerstörung der Schichten der Stärkemehlkörner. Durch die Einwirkung von siedendem Wasser, welches 2 pro Mille Oxalsäure gelöst enthält, kann man die Stärke vollständig lösen. In der Lösung ist Dextrin enthalten. Ebenso löst sich Stärkemehl unter Dextrinbildung, wenn man die Stärke mit Malzauszug (sogenannter Diastase) oder verdünnten Säuren zusammenbringt. Durch fortgesetzte Einwirkung von Malzauszug und Säuren geht die Stärke unter Wasseraufnahme in Stärkezucker über. Das Stärkemehl löst sich in der Kälte in concentrirter Salpetersäure; Wasser fällt aus dieser Lösung eine explosive Verbindung, das Xyloïdin (welches neuerdings von Uchatius als weisses Schiesspulver in die Technik eingeführt worden ist). Beim Erhitzen von Stärkemehl mit concentrirter Salpetersäure findet Bildung von Oxalsäure unter lebhafter Entwickelung von rothen Dämpfen statt. Der Stärkekleister wird an der Luft nach und nach sauer unter Bildung von Milchsäure.

Rohmaterialien der Stärkemehlfabrikation. Nur wenige Pflanzen enthalten die Stärke in solcher Menge, dass mit Vortheil daraus das Stärkemehl abgeschieden werden könnte; diese Pflanzen sind a) die Kartoffeln, b) der Weizen, c) der Reis, d) die Wurzel von *Jatropha Manihot*, e) die Wurzel von *Maranta arundinacea*, f) das Palmenmark, g) die *Canna coccinea* (wegen des alle Monate erfolgenden Blühens *Tous le mois* ge-

nannt). In Deutschland stellt man das Stärkemehl nur aus Kartoffeln und Weizen dar; bei der Gewinnung aus Weizen hat man die Stärke aus einer grossen Menge Kleber auszuscheiden, während bei den Kartoffeln die Stärke in Zellen eingeschlossen ist, die ausserdem nur wenig andere Stoffe enthalten.

Die Kartoffeln bilden das wichtigste Material der Stärkefabrikation. Ihre mittlere Zusammensetzung ist folgende:

	Frische Knollen	Bei 100° getrocknet.
Wasser	75,9	—
Albumin	2,3	9,6
Fett	0,2	0,8
Cellulose	0,4	1,7
Salze	1,0	4,1
Stärkemehl	20,2	83,8
	100,0	100,0

Stärke aus Kartoffeln.

Gewinnung der Kartoffelstärke. Die Stärkekörner finden sich in den Kartoffeln in Zellen eingeschlossen, die zerrissen werden müssen, wenn es sich um die Fabrikation der Kartoffelstärke handelt. Fig. 157 zeigt einen feinen Querschnitt einer frischen gesunden Kartoffel unter dem Mikroskope betrachtet. An der Aussenseite der Kartoffel befinden sich einige Lagen flachgedrückter bräunlicher Zellen, die sich zuweilen in einzelnen Lappen *a* ablösen. Man nennt sie die Oberhaut der Kartoffel; an diese schliessen sich die Borkenzellen *b* an, welche zuweilen einen feinkörnigen Inhalt zeigen, meist aber nur eine klare Flüssigkeit einschliessen. Weiter nach dem Innern der Kartoffel zu gehen sie nach und nach in die äussern *c* und durch diese in die innern Rindenzellen *d* über, mit welchen letztern auch die Markzellen der Kartoffel übereinstimmen. In den Markzellen liegen die Stärkekörner in der Zahl von 15—20. In den äussersten Zellen sind fast nur kleine Körner, ebenso in den ganz jungen Kartoffeln; letztere scheinen mit der Kartoffel zu wachsen. Wird eine Kartoffel gekocht, so trennen sich die einzelnen Zellen von einander (das Mehligwerden der Kartoffeln) (Fig. 158). Die Stärkekörner in jeder Zelle quellen auf und erfüllen den Raum bis auf kleine netzförmig verbundene Streifen, die aus geronnenem Eiweiss des Zellensaftes bestehen.

Fig. 157.

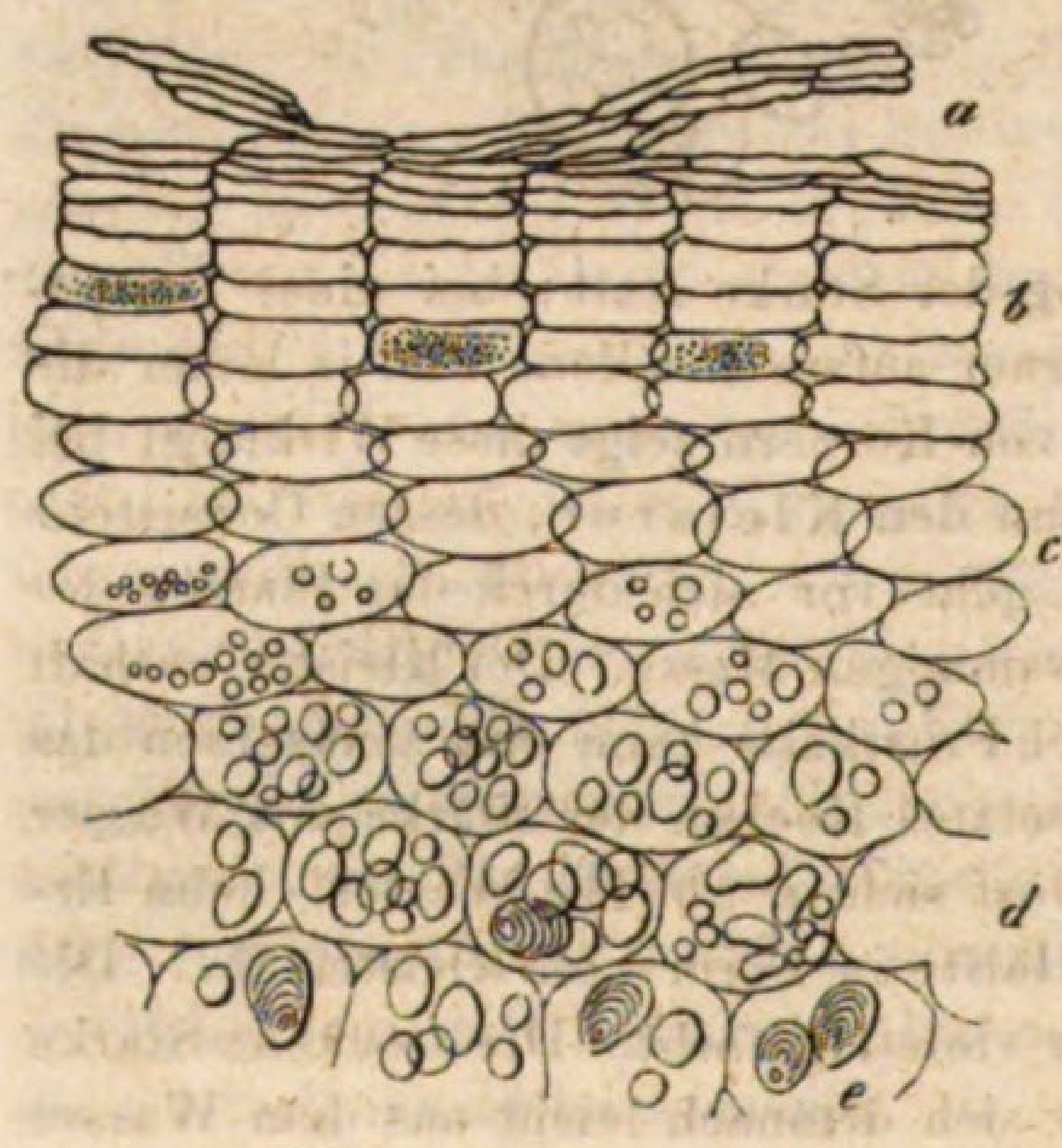


Fig. 158.



Die Fabrikation des Stärkemehls zerfällt

1) in das Zerreiben der gereinigten Kartoffeln,
2) das Auswaschen des Stärkemehls aus dem Brei,
3) das Reinigen und Trocknen der Stärke.

Die Kartoffeln werden gereinigt und dann sofort auf den Trichter oder Rumpf gebracht der sie nach und nach zu dem Reibcylinder gelangen lässt. Der Reibcylinder besteht in den älteren Fabriken aus hölzernen, mit Reibeisenblech beschlagenen Walzen, deren untere Hälfte in Wasser taucht, um den dem Reibeisen adhärirenden Kartoffelbrei abzuspülen. In neuerer Zeit bedient man sich allgemein zum Zerreiben der Kartoffeln des mit

Sägezähnen versehenen Thierry'schen Reibcylinders, wie er in den Rübenzuckerfabriken zum Zerreiben der Rüben Anwendung findet. Die auf dem Cylinder befestigten Sägeblätter müssen kürzere Zähne haben als die zum Zerreiben der Zuckerrüben angewendeten Sägen, damit alle Zellen zerrissen werden und das blossgelegte Stärkemehl alsdann durch blosses Waschen und durch gelindes Reiben ausgewaschen werden kann. Die Leistung der Reibmaschine ist um so vollkommener, je vollständiger alle Zellen geöffnet, je weniger dagegen Zellen in Bruchstücke verwandelt werden. Man ertheilt den Cylindern eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 600—900 Umdrehungen in der Minute. Ein Cylinder von einem Durchmesser von 0,50 Meter und einer Länge der Sägeblätter von 0,40 Meter kann, bei 800 Umläufen in der Minute, 14—15 Hektoliter Kartoffeln in einer Stunde zu Brei reiben. Der Brei kommt sofort auf die Apparate zum Auswaschen.

Unter den zum Auswaschen des Stärkemehls aus dem Kartoffelbrei dienenden Apparaten war früher das Cylindersieb das gebräuchlichste. Dieser Apparat bestand wesentlich aus einem runden Metallsieb, in welchem ein Paar Bürsten langsam rotirten und den im Siebe befindlichen Kartoffelbrei unter fortwährendem Wasserzufluss so lange durchrieben bis das Wasser hell abfloss, worauf der Rückstand entfernt und neuer Brei in das Sieb gebracht wurde. Das Auswaschwasser, welches die Stärkekörner suspendirt enthält, wird nach den Absetzbottichen geleitet. Obgleich das angegebene Verfahren ziemlich einfach ist, so hat es doch mehrere wesentliche Nachtheile, die seiner Anwendung im Wege stehen. Das Auswaschen ist nämlich keineswegs ein vollkommenes und es bleibt ein nicht unbeträchtlicher Theil Stärke in dem Brei zurück; ferner geht das Auswaschen nicht ununterbrochen vor sich, das Ausleeren des erschöpften Breies und das Beschicken des Cylinders mit neuem Brei nimmt viel Zeit weg. Bei dem ununterbrochen wirkenden Auswaschapparat von Lainé ist der Verlust an Stärkemehl möglichst vermieden, da man das Auswaschen des Breies längere Zeit fortsetzt, ohne jedoch dadurch die Arbeitsleistung des Apparates zu beeinträchtigen. Das Wesentliche des Lainé'schen Apparates ist ein geneigtes Sieb, aus mehreren Reihen Drahtgewebe in verschiedenen Abstufungen der Feinheit bestehend, welches sich über einem in mehrere Abtheilungen getheilten Trog befindet. Der Kartoffelbrei gelangt aus dem Reibcylinder in einen am untersten Theil des geneigten Siebes befindlichen Raum. Von hier aus führen ihn zwei Vaucanson'sche Ketten auf die beiden Gewebe bis zum obern Theil des geneigten Siebes, wo der ausgewaschene und erschöpfte Brei beseitigt wird. In der ganzen Länge des Siebes fliesst ein Wasserstrahl auf den Brei. Das Wasser gelangt mit der Stärke durch die Maschen des Siebes in die entsprechenden Abtheilungen. Von hier aus wird es zum Auswaschen des aufsteigenden, noch nicht erschöpften Breies verwendet. Auf diese Weise wird das Wasser immer stärkemehlhaltiger, bis es endlich in die letzte Abtheilung des Troges gelangt und in die Absetzbottiche läuft. Der Apparat ist vollkommen rationell construirt, das unterste Sieb mit den weitesten Maschen empfängt ununterbrochen frischen Kartoffelbrei, während vom obersten engsten Siebe die Rückstände ebenso ununterbrochen fortgeführt werden. Gleichzeitig geht der Wasserstrom, der das Auswaschen des Breies bewirken soll, von oben nach unten über das Sieb, sodass der Brei, je mehr er erschöpft ist, um so reineres Wasser trifft.

Bei dem in Hohenheim aufgestellten Apparate fällt der Kartoffelbrei unmittelbar durch einen Schlauch von der Reibmaschine auf eine Siebfläche, welchem durch ein Räderwerk eine rüttelnde Bewegung ertheilt ist und auf welche Wasser fliesst. Dadurch wird schon der grösste Theil der Stärke ausgewaschen und gelangt mit dem Wasser in einen Sammelbottich. Von dem Siebe kommt der Brei zwischen steinerne Walzen, welche ihn durch ungleiche Drehung noch feiner zerreiben, ehe er in einen Siebcylinder gelangt, der sich langsam um seine Axe dreht und zugleich mit Wasser versehen wird. Hier wird das Stärkemehl vollständig von den Fasern getrennt. Es lassen sich mit dieser Vorrichtung täglich 80—100 Ctr. Kartoffeln zerreiben und auswaschen.

Verfahren von Völker.

Ein von den vorstehenden Methoden im Princip gänzlich verschiedenes Verfahren der Abscheidung des Stärkemehls von den Kartoffeln ist neuerdings von Völker angewendet worden. Es wird dabei die Structur der Kartoffeln theils mechanisch, theils chemisch, durch Verrottung zerstört und eine viel grössere Ausbeute an Stärkemehl erhalten. Die in Scheiben zerschnittenen Kartoffeln werden durch Maceration in Wasser von dem grössten Theile ihres Vegetationswassers beraubt und dann durch einen chemischen Process in eine fein zertheilte Masse verwandelt; zu diesem Zwecke bringt man die zu verrottende Kartoffelsubstanz, in Haufen von mehreren Fuss Höhe, um eine Selbsterwärmung herbeizuführen; damit die unteren Schichten nicht von den oberen zusammengedrückt werden, wodurch der Luftzutritt verhindert wäre, bildet man die Haufen aus abwechselnden Schichten von Kartoffelsubstanz und Reissigholz oder Horden. Die Haufen überlässt

man bei einer Temperatur von 30—42° sich selbst. Nach etwa acht Tagen ist die Verrottung genügend vorgeschritten und der Faserstoff hat soweit seinen Zusammenhang verloren, dass die Kartoffelsubstanz in eine weiche, teigartige Masse verwandelt ist. In der Masse befinden sich Stärkemehl, Faserstoff und Schale in einem breiartigen und lockeren Gemenge nebeneinander, sodass nun eine vollständige Abscheidung des Stärkemehls auf mechanischem Wege leicht auszuführen ist. Man weicht zu diesem Behufe die Masse in Wasser auf und lässt sie durch ein groblöcheriges Sieb gehen, wobei die gröbsten Theile zurückbleiben. Die Abscheidung der gröberen Theile geschieht mit Hülfe eines Haar- oder Drahtsiebes, dessen Maschen so fein sind, dass nur das Stärkemehl und feine Fasertheilchen hindurchgehen. Die Trennung der Stärkekörner von den Fasertheilchen geschieht durch einen Schlämmapparat, durch welchen die Faser durch das Wasser fortgeführt wird, während die schweren Stärkekörner zurückbleiben.

Das Trocknen der Kartoffelstärke. Mag man den einen oder den andern der vorstehenden beschriebenen Auswaschapparate angewendet haben, in allen Fällen ist das Resultat des Auswaschens eine milchweisse Flüssigkeit, aus welcher in den Sammelbottichen sich nach einigen Stunden alle Stärke vollständig abgesetzt haben wird. Nachdem die darüber stehende Flüssigkeit abgelassen wurde, rührt man das Stärkemehl mit neuem Wasser an und lässt einen Augenblick ruhen, damit schwere Körper, wie Steinchen, Erde u. s. w., sich ablagern können, und zieht das aufgeschlämmte Stärkemehl durch ein feines Sieb. Das Abschlämmen wird, je nach der Stärkesorte, die man darzustellen beabsichtigt, nochmals oder auch zweimal wiederholt, wobei man Siebe mit engern Maschen als vorher anwendet. Nach dem letzten Auswaschen setzt sich das Stärkemehl am Boden der Sammelbottiche ab und bildet eine genügend harte Masse, um sich leicht in Stücke schneiden zu lassen. Man bringt nun diese Stücke auf mit Leinwand bedeckte Horden und breitet durch Schütteln die Stärke darauf aus. Nach etwa 24 Stunden bringt man die abgetropfte Stärke auf eine Gypsunterlage von 2 Decimeter Dicke und lässt sie je nach der Witterung und Jahreszeit 1—2 Tage darauf liegen. Durch den Gyps wird der Stärke so viel Wasser entzogen, dass sie nun den Trockenkammern übergeben werden kann. Soll die Stärke zur Fabrikation von Dextrin oder Stärkezucker dienen, so braucht man sie nicht zu trocknen. Die feuchte Stärke, welche ungefähr 33 pCt. Wasser enthält und den Namen grüne Stärke führt, lässt sich, ohne zu verderben, längere Zeit aufbewahren. Die Temperatur der Trockenstuben darf im Anfange nicht über 60° steigen, weil sonst in Folge des hohen Wassergehaltes die Stärke sofort in Kleister übergehen würde.

Nachdem die Stärke getrocknet ist, zerdrückt man die locker zusammengebackenen Stücke mit Hülfe einer eisernen Walze oder auch, indem man die Stücke zwischen Bronzewalzen hindurchgehen lässt, und bringt sie entweder zerbröckelt in den Handel (als sogenannte Schäfchen) oder beutelt sie. Die Stengelstärke gewinnt man, indem man die feuchten Stärkekuchen mit Stärkekleister zu einem dicken Teig knetet und diesen Teig durch Trichter mit vielen engen Oeffnungen (Zotten), welche über Horden durch Maschinen in constantem Abstand herumgeführt werden, gehen lässt. Auf diesen Horden wird die Stärke getrocknet und in leichten Fässchen, die innen mit Strohpapier beklebt sind, versendet. Um aus Kartoffeln die grösste Menge Stärke zu erhalten, dürfen dieselben nicht gekeimt haben, da durch das Keimen der Stärkemehlgehalt beträchtlich abnimmt. Bei zweckmässigem Aufbewahren der Kartoffeln in Silos findet noch Zunahme im Stärkemehlgehalt statt, sodass Kartoffeln, welche im September und Oktober 16 pCt. Stärkemehl enthielten, vom November bis März einen Gehalt von 18 pCt zeigen.

Gewinnung der Weizenstärke. Von den Cerealien findet allein der Weizen (welcher im lufttrockenen Zustande 55—60 pCt. Stärke enthält), zur Fabrikation der Stärke Anwendung. Von den Bestandtheilen des Weizens ist hervorzuheben, dass

Stärkemehl Kleber Hülle	in Wasser unlöslich,
Salze Albumin und Dextrin	in Wasser löslich sind,

und dass von den drei erstgenannten unlöslichen Weizenbestandtheilen der Kleber von Milchsäure und verdünnter Essigsäure gelöst wird, während sich Stärkemehl und Hülle darin nicht lösen. Man wählt zur Stärkefabrikation einen Weizen, der auf

mässig cultivirtem Boden gebaut wurde und arm an Kleber, reich an Stärkemehl ist. Man zieht deshalb einen weissen mehligen Weizen einem braunen hornartigen vor.

Man unterscheidet verschiedene Arten der Gewinnung der Weizenstärke, nämlich

A mit Gährung (älteres Verfahren),

α) aus ungeschrotetem } Weizen,
β) aus geschrotetem }

B. ohne Gährung (neueres Verfahren).

Die Gewinnung der Stärke aus Weizen mit Gährung ist, obgleich keineswegs ein rationelles Verfahren, doch in Deutschland noch immer das gebräuchlichste; man unterscheidet dabei folgende vier Operationen:

1) das Einquellen und Gähren des Weizens,
2) das Auswaschen der Stärke (das Austreten) aus der gegohrenen Masse,
3) das Auswaschen und Reinigen der gewonnenen Stärke,
4) das Trocknen derselben.

Wird ungeschroteter Weizen verarbeitet, so übergiesst man den Weizen in Quellbottichen mit Wasser und lässt ihn weichen, bis er zwischen den Fingern mit Leichtigkeit zerdrückt werden kann. Zur Absonderung der Hüllen zerquetscht man die Körner entweder durch Treten in Säcken, die in einer flachen Kufe mit Wasser übergossen sind, oder zerdrückt sie zwischen Walzen und verdünnt den erhaltenen Brei mit Wasser, in welchem sich der grösste Theil des Stärkemehls und des Klebers aufschwemmt, zieht das milchige Wasser von den zurückbleibenden Hüllen ab und schlämmt so lange ab, bis das Wasser klar abläuft. Das milchige Wasser überlässt man in Sammelbottichen sich selbst. Es lagert sich eine Schicht ziemlich reiner Stärke ab und darüber eine Lage durch Kleber verunreinigter Stärke. Nach einigen Tagen ist das darüber stehende Wasser sauer und ein Theil des Klebers in der entstandenen Milchsäure und Essigsäure gelöst worden; man ersetzt es durch frisches Wasser, lässt auch dieses sauer werden und fährt so einigemal fort. Darauf wird die Stärke mit frischem Wasser angerührt, absetzen gelassen und zum Trocknen gebracht.

Wendet man Weizenschrot zur Darstellung der Stärke an, so rührt man dasselbe mit *Sauerwasser*, d. h. dem von einer vorhergehenden Operation herrührenden, sauer gewordenen Wasser zu einem dünnen Brei ein und überlässt die Masse in Bottichen der Gährung. Unter Mitwirkung eines Theiles des Klebers, der in Hefe übergegangen ist, erleidet die durch das Einweichen in Wasser in dem Weizen entstandene kleine Menge Zucker die geistige Gährung; es findet reichliche Kohlensäureentwickelung statt und es bildet sich eine Decke, die gehoben und später durchbrochen wird. Nun geht die Alkoholgährung in die Essig- und später auf Kosten eines kleinen Theiles Stärke in die Milchsäuregährung über; durch die so entstandenen Säuren löst sich der Kleber, während Stärkemehl und Hülle ungelöst zurückbleiben. Sobald die Flüssigkeit in den Gährungsgefässen ziemlich klar erscheint und beim Kneten in der Hand die Stärke leicht abgiebt, ist die Masse zum Auswaschen geeignet. Je nach Temperatur sind 12 — 30 Tage erforderlich, um allen Kleber zu lösen. Das saure Wasser enthält ausser dem Kleber Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure (kleine Mengen von Bernsteinsäure), Ammoniaksalze, etwas Schwefelwasserstoff und die mineralischen Bestandtheile des Weizens, namentlich phosphorsaure Erden. Nachdem die Masse durch Gährung den erforderlichen Grad der Reife erlangt hat, schreitet man zum Auswaschen oder Austreten derselben. Zu diesem Behufe bringt man die gut umgerührte Masse in hanfene Säcke (Tretsäcke) und tritt sie in dem Tretfasse mit den Füssen aus. Die so gewonnene milchige Flüssigkeit wird in die Absüsswannen gebracht. Der Inhalt in den Säcken wird ein zweites und dann ein drittes Mal mit Wasser ausgetreten; der auf diese Weise von dem Stärkemehl befreite Rückstand ist ein Gemenge von Hüllen und Kleber und dient als Mastfutter. Die ausgetretene milchige Flüssigkeit enthält Stärkemehl, kleine Mengen feinzertheilten Klebers und etwas Hüllensubstanz, und zwar suspendirt in einer sauren Lösung von Kleber und anderen Eiweisssubstanzen und mineralischen Salzen; man lässt sie durch ein feines Haarsieb gehen und schreitet dann zum Absüssen und Abschlämmen der Stärke. Das Austreten der gegohrenen Masse ist in den grösseren Stärkefabriken gegenwärtig durch ein anderes Verfahren ersetzt, nach welchem die Masse in eine siebähnliche durchlöcherte Trommel, die sich um ihre Axe dreht, kommt und darin unter Zufluss von Wasser ausgewaschen wird. Die nach der einen oder der andern Methode erhaltene milchige Flüssigkeit wird in den Sammelbottichen sich selbst überlassen; hier setzen sich nun die suspendirten Stoffe und zwar nach ihrem specifischen Gewichte ab, am Boden bildet sich eine feste Schicht von ziemlich reiner Stärke, dann kommt ein Gemenge von Stärke mit Hüllen und Kleber, und obenauf als oberste Schicht ein Schlamm, fast nur aus Kleber und Hüllen und nur kleiner Menge von

Stärkemehl bestehend. Die über dem Absatz stehende Flüssigkeit ist das Sauerwasser, welchem zum Theil frisches Gemenge von Weizenschrot und Wasser zur Beschleunigung der Gährung zugesetzt wird, der übrige Theil wird mit den ausgetretenen Rückständen als Viehfutter verwendet.

Die in den Sammelbottichen zurückbleibende Stärke wird mit Wasser angerührt und abermals absetzen gelassen; die durch Abzapfen von dem darüber stehenden Wasser befreite Stärkeschicht wird durch Abschaben von der oberen kleber- und hüllehaltigen Schicht befreit und dann nochmals mit Wasser angerührt u. s. w., bis das darüber stehende keine saure Reaction mehr besitzt. Um die Stärke aus den Absatzbottichen herausnehmen zu können, wird ihr ein Theil des Wassers durch aufgelegte Tücher entzogen; darauf entfernt man die Stärke aus den Kufen mit Hülfe eines spatenähnlichen Instrumentes und trocknet sie auf die bereits angegebene Art. Wenn es sich um die Herstellung von Waschstärke handelt, so setzt man der Stärke während des Reinigungsprocesses eine kleine Menge von Ultramarin zu, die sich in dem Stärkemehl vertheilt und mit demselben absetzt.

Die Gewinnung der Weizenstärke ohne Gährung ist ein von E. Martin eingeführtes Verfahren, welches die ältere Methode zum Theil schon verdrängt hat. Nach diesem Verfahren knetet man Weizenmehl mit Wasser zu einem Teige an und nimmt auf 100 Th. Mehl ungefähr 40 Th. Wasser. Der Teig bleibt vor dem Auswaschen $^1/_2$—2 Stunden liegen, damit der Kleber gehörig Wasser anziehe. Behufs des Auswaschens bringt man den Teig auf ein feines Drahtsieb, das über einem mit Wasser angefüllten Bottich liegt. Ueber dem Sieb befindet sich eine Brause, welche feine Wasserstrahlen über den Teig giesst, der Teig wird in der Quantität von etwa 10 Pfd. geknetet, bis das Wasser nicht mehr milchig abläuft. Man lässt die Stärke aus dem Wasser sich absetzen, zapft das darüber stehende Wasser ab, rührt die am Boden des Bottichs befindliche Stärke mit etwas Wasser an und lässt die Flüssigkeit an einem warmen Orte leicht gähren, um den mit durchgegangenen Kleber leichter aufzulösen. Die Reinigung und Trocknung geschieht auf die gewöhnliche Weise.

Um der Weizenstärke die im Handel beliebte Form von Stängelchen oder Schäfchen zu geben, wickelt man die feuchten Stärkekuchen in Papier und schnürt das Paquet mit Schnuren fest zu, ehe man es trocknet; während des Trocknens zieht sich die Masse zusammen und zertheilt sich in ziemlich gleichartige Stängelchen. Die Bildung derselben ist eine Folge der linsenförmigen Form der Weizenstärke, weshalb die Körnchen leicht aneinander haften und die so entstandenen Massen beim Trocknen daher nur in gewissen Richtungen sich spalten.

Nach der Methode von Martin erhält man aus 100 Th. Weizenmehl ungefähr 25 pCt. Kleber (*Gluten, gluten granulé*) mit 38 pCt. Wasser. Man verwendete ihn zuerst zur Fabrikation der Macaroni, der Nudeln u. s. w., indem man denselben mit gewöhnlichem Mehl und Wasser zu einem Teig knetete. Später schlug man vor, ihn statt des Albumins und Caseïns beim Zeugdruck in Anwendung zu bringen. Da der frische Kleber leicht fault und deshalb in diesem Zustande nicht versendet werden kann, so haben die Gebr. Veron vorgeschlagen, den Kleber zu granuliren und dann zu trocknen. Dazu wird der frische Kleber mit der doppelten Gewichtsmenge Mehl zusammengeknetet, der Teig in lange Streifen ausgerollt und diese sodann in die Form von Körnchen gebracht, welche bei 30—40° getrocknet werden. Durch dazwischen gestreutes Mehl werden die Körner am Zusammenkleben verhindert. Nach dem Trocknen werden die Körner durch Sieben sortirt. Der gekörnte Kleber ist ein Nahrungsmittel, welches weit mehr nährende Bestandtheile enthält, als eine gleiche Menge Mehl oder Schiffszwieback.

Zusammensetzung der käuflichen Stärke und Anwendung derselben.

Die Zusammensetzung der käuflichen Stärke ist in neuerer Zeit von J. Wolff bestimmt worden. Es fanden sich in folgenden

Stärkesorten	Nr. I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasser	17,83	15,38	14,52	17,44	14,20	17,49
Kleber	—	—	0,10	Spur	1,84	4,96
Faser	0,48	0,50	1,44	1,20	3,77	2,47
Asche	0,21	0,53	0,03	0,40	0,55	1,29
Stärkemehl	81,48	83,59	83,91	81,32	79,63	73,79
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Nr. I. Feinste weisse Patentstärke in Stengeln, hatte ein sehr weisses, glänzendes, dem Krystallinischen fast ähnliches Aussehen und erwies sich als reine Kartoffelstärke;

Nr. II. Feinste blaue Patentstärke; mit Ultramarin gemischte Kartoffelstärke;

Nr. III. Reiner Weizenpuder;
Nr. IV. Feine Weizenstärke in Brocken;
Nr. V. Mittelfeine Weizenstärke in gelblich weissen Brocken;
Nr. VI. Ordinäre Weizenstärke in graulich gelben groben Brocken, die sich unter dem Mikroskop als ein Gemenge von Kartoffel- und Weizenstärke erwiesen.

Die Stärke wird in Substanz angewendet zum Steifen der Wäsche, zum Leimen des Papieres, in der Leinen- und Baumwollindustrie zur Bereitung der Schlichte und zur Appretur, zur Darstellung des Stärkegummis, des Stärkesyrups und Stärkezuckers, zur Fabrikation von Nudeln, künstlichem Sago u. s. w. Ausserdem ist sie das gebräuchlichste Nahrungsmittel, das wir in Gestalt von Brot und den sogenannten Mehlspeisen geniessen. Sie bildet ferner denjenigen Körper, aus welchem sich durch die Einwirkung gewisser Agentien Zucker und daraus Alkohol erzeugt, sie ist mithin das Rohmaterial zur Erzeugung von Branntwein, Bier u. s. w. Für die Haushaltungszwecke findet, wenn es sich um die Stärke als Nahrungsmittel handelt, nur die Kartoffelstärke (als Kartoffelmehl oder Kraftmehl) Anwendung; zum Steifen der Wäsche und zur Bereitung von Buchbinderkleister giebt man dagegen der Weizenstärke mit Recht den Vorzug; in dem Kleister sind die Stärkekörner in Form gallertartiger Klümpchen enthalten, die in der Kartoffelstärke weit grösser sind als in der Weizenstärke; daraus ergiebt sich der Uebelstand, dass beim Bügeln der mit Kartoffelstärke gesteiften Gewebe durch das Bügeleisen, die Klümpchen zuweilen sich zusammenballen und fortschieben, was bei der Weizenstärke nie vorkommt. Der Kleister der Weizenstärke bleibt, der Luft ausgesetzt, längere Zeit unverändert, während der Kartoffelkleister nach einigen Tagen schon eine gallertartige Masse ausscheidet, über welcher eine wässerige und saure Flüssigkeit schwimmt; die durch Umrühren hergestellte Mischung der Masse mit der Flüssigkeit besitzt aber bei weitem nicht mehr das Klebevermögen des frischen Kleisters. Die Weizenstärke ist daher der Kartoffelstärke vorzuziehen und würde letztere längst schon aus dem Handel verdrängt haben, wenn sie ihr hinsichtlich der Weisse und Reinheit und des billigen Preises gleich käme. Einen wesentlichen Unterschied zeigen die beiden genannten Stärkearten in Beziehung ihrer Umwandlung in Zucker durch Malz. Nach den Versuchen von Lüdersdorff brauchen

100 Pfd.	Kartoffelstärke	25,6 Pfd. trockenes Malz,
100 „	Weizenstärke	90,5 „ „ „

um vollständig in Stärkezucker übergeführt zu werden.

Kastanienstärke, Cassavastärke, Arrow-root. In neuerer Zeit hat die Fabrikation von Stärkemehl aus Rosskastanien in Frankreich eine gewisse Ausdehnung gewonnen. Die Fabrikationskosten sind nicht nur niedriger, sondern der Ertrag ist reichlicher als aus Kartoffeln; die Kastanienstärke ist ferner eben so schön als die aus Getreide bereitete. 100 Th. frische Kastanien geben 19—20 pCt. trockene Stärke, die sich jedoch durch einen bittern Geschmack auszeichnet.

Das Arrow-root oder Pfeilwurzelmehl ist das Stärkemehl von *Maranta arundinacea* und *M. indica*, zweier in Westindien wachsenden Cannaceen, aus deren Wurzelsprossen auf dieselbe Weise, wie aus den Kartoffeln, 7—20 pCt Stärkemehl abgeschieden werden; es kommt in Fässern, Büchsen oder Kasten von verzinntem Eisenblech in den Handel; die Gefässe sind mit dem Namen der Insel bezeichnet, auf der das Arrow-root gefunden wurde.

Die Cassavastärke stammt aus den Wurzelknollen von *Jatropha Manihot* oder *Manihot utilissima*, einer Pflanze aus der Familie der Ricineen, welche in Westindien und Südamerika cultivirt wird. Die Wurzelknollen selbst führen den Namen Maniok. Die rohen Knollen enthalten Blausäure. Der Teig daraus wird aber für Menschen und Thiere geniessbar, wenn man ihn kocht oder röstet. Er ist in diesem Zustande eines der wichtigsten Nahrungsmittel in den Tropenländern. Die Darstellung der aus dem Maniok bereiteten Nahrungsmittel ist folgende: Die Knollen werden grob zerrieben, wobei ein Theil des Saftes ausfliesst. Der durch Abtropfen von einem grossen Theile Flüssigkeit befreite Teig wird in irdenen Gefässen bis zum gelinden Rösten der mit den Gefässwänden in Berührung kommenden

Theile erhitzt und bildet dann die Cassava, welche das Brot bei den Eingebornen des Landes ersetzt. Die kleine Menge Stärke, welche sich aus dem Safte absetzt, wird gewöhnlich in Form von Körnern (Cassava-Sago oder Mandioka) gebracht, indem man die feuchte Masse auf Platten erhitzt, wahrscheinlich um die Blausäure zu verflüchtigen. Das nach Europa eingeführte Luxusnahrungsmittel Tapioka ist nichts weiter als Cassava-Sago.

Sago. Auf den Molukken und Philippinen bereitet man aus dem Marke der Sagopalme (*Sagus Rumphii*) den bekannten Sago. Behufs der Sagobereitung werden die Stämme gespalten, wird das darin befindliche Mark herausgenommen, mit Wasser durchknetet und die Stärke dann auf Sieben von Cocospalmenfasern ausgewaschen. Nachdem die Palmenstärke aus dem Wasser sich abgesetzt hat, wird sie ausgewaschen, auf Tücher zum Abtropfen gebracht und im noch feuchten Zustande durch Reiben durch Metallsiebe gekörnt. Die Körner lässt man auf eine heisse Kupferplatte fallen, wodurch die Stärke grösstentheils in Kleister verwandelt wird und nach dem Trocknen die bekannten regelmässigen und harten Körner bildet, welche beim Kochen in Wasser gallertartig werden, aber zum Theil ihre Form beibehalten. Ein grosser Theil des gegenwärtig im Handel vorkommenden Sago ist aus Kartoffelstärke dargestellt und mit Eisenoxyd oder gebranntem Zucker gefärbt.

Dextrin. Das Dextrin, Stärkegummi oder Leiokom ist eine dem arabischen Gummi sowol seiner Zusammensetzung (beide sind nach der Formel $C_{12}H_{10}O_{10}$ zusammengesetzt), als auch seinen übrigen Eigenschaften nach, nahestehende Substanz, welche sich durch kurze Zeit fortgesetzte Einwirkung verdünnter Säuren oder eines Malzaufgusses (Diastase) auf Stärkemehl bildet. Es ist im reinen Zustande vollkommen farblos und dem arabischen Gummi ähnlich, gewöhnlich indessen gelblich gefärbt, leicht und vollkommen in Wasser zu einer klaren dickflüssigen, klebenden Lösung löslich, unlöslich in absolutem Alkohol, etwas löslich in schwachem Weingeist. Seinen Namen erhielt es von seiner Eigenschaft, die Polarisationsebene der Lichtstrahlen kräftiger als irgend eine bekannte organische Substanz nach Rechts (*dexter*) abzulenken. Durch Jod wird es nicht gefärbt. Durch verdünnte Säuren geht das Dextrin in Krümelzucker über. Da das Dextrin in vielen Fällen ein wohlfeiles und brauchbares Surrogat des arabischen Gummi abgiebt, so ist seine Fabrikation zu einem nicht unbedeutenden Industriezweig geworden.

Als Material der Dextrinbereitung wendet man fast überall Stärkemehl aus Kartoffeln, seltener aus Weizen an, da die erstere bei billigerem Preise weit reiner ist als die letztere.

Man stellt das Dextrin dar:

a) durch gelindes Rösten,
b) durch vorsichtige Einwirkung von Salpetersäure,
c) durch Erhitzen von verdünnter Schwefelsäure,
d) durch Behandeln mit Malzaufguss (Diastase).

Die Bereitung von Dextrin durch gelindes Rösten (Röstgummi), ist eine sehr einfache Operation; es wird nämlich das Stärkemehl auf geeignete Weise so weit erhitzt, dass es eine gelbbraune Farbe annimmt. Benutzt man Getreidestärkemehl, so nimmt man das Rösten in grossen Cylindern aus Kupfer- oder Eisenblech vor, durch welche, ähnlich wie bei einer Kaffeetrommel, eine eiserne, mit Kurbel versehene Axe geht, deren Lager sich in dem vierseitigen Mauerwerk des Ofens befinden. In diesen in steter Bewegung erhaltenen Trommeln wird das Stärkemehl erhitzt, bis es sich aufbläht und einem scharfgebackenem Brot ähnlich riechenden Dampf entwickelt. Kartoffelstärkemehl lässt sich nicht auf diese Weise behandeln, da dasselbe die nachtheilige Eigenschaft besitzt, in der Hitze zu Pulver zu zerfallen, das sich an die Wände der Trommel ansetzen und zum Theil verkohlen würde. Um diesem Uebelstande zu begegnen, ersetzt man die Cylinder durch Kessel mit flachem Boden, in denen ein mit Bürsten versehener Rührapparat sich befand. Es ergab sich indessen, dass die Bürsten auch verkohlten. Man construirte dann grosse Oefen, ähnlich den Backöfen, in welchen das Stärkemehl unter ununterbrochenem Umrühren geröstet wurde. Häufig befanden sich mehrere Metallplatten übereinander, auf denen das Stärkemehl in dünner Lage liegt. Da sowol in den Trommeln als auch in den Oefen sehr leicht ein Ueberhitzen der Stärke stattfinden kann, so empfiehlt sich ein Oelbad zum Erhitzen der Stärke. Ein flacher Kessel ist mit einem doppelten Boden versehen, in dessen Zwischenraum sich Oel befindet, dessen Temperatur durch ein eingesetztes Thermometer genau ermittelt werden kann. Durch vorsichtiges Erhitzen kann man die Temperatur völlig constant

erhalten. Ein ununterbrochen thätiger Rührapparat bringt nach und nach alle Stärke mit der Kesselfläche in Berührung und somit auf die zur Dextrinbildung erforderliche Temperatur. Die geeignetste Temperatur ist 225—260°.

Die gelbe oder bräunliche Farbe des durch Rösten erhaltenen Dextrins schliesst das Röstgummi von gewissen Anwendungen, wie z. B. in dem Zeugdruck bei hellen Farben, total aus. Man begann deshalb, an bessere Darstellungsarten zu denken. Eine derartige, jetzt allgemein übliche ist die von Heuzé. Nach dieser verdünnt man 2 Kilogr. Salpetersäure von 1,4 spec. Gewicht mit 300 Liter Wasser und rührt in diese verdünnte Säure 1000 Kilogr. (= 20 Ctr.) Stärke, worauf die Masse in Kuchen geformt an freier Luft getrocknet wird. Nach dem Trocknen erhitzt man sie in dem angegebenen Trockenapparat bei langsam steigender Temperatur, bis bei etwa 80° alles Wasser entwichen ist. Hierauf wird die Masse fein gemahlen, gesiebt und wieder in den Trockenapparat zurückgebracht, in welchem die Temperatur nun bis auf 100—110° gesteigert wird. In höchstens $1^1/_2$ Stunde ist alle Stärke in Dextrin übergeführt. Das auf diese Weise mit Hülfe von verdünnter Salpetersäure dargestellte Dextrin lässt sich äusserlich von dem Stärkemehl nicht unterscheiden, es ist vollkommen weiss und in Wasser löslich. Auch vermittelst verdünnter Schwefelsäure stellte man früher Dextrin dar. Auch mit Salzsäure kann man Stärkemehl in Dextrin überführen, ebenso mit Milchsäure.

Da das Dextrin bei seiner Anwendung immer in Wasser gelöst sein muss, so zieht man es bisweilen vor, das Dextrin sogleich als Lösung (Dextrinsyrup, Gummisyrup), und zwar aus Stärkemehl und Malzauszug (Diastase) zu bereiten. Obgleich diese Methode bei weitem einfacher ist, als die im Vorstehenden beschriebene, so stehen doch ihrer allgemeinen Einführung einige Schwierigkeiten im Wege, 1) der grosse Wassergehalt der Lösung erschwert ihren Transport, 2) es ist bei der Anwendung des Malzes unvermeidlich, dass nicht auch ein Theil Stärkemehl in Zucker übergeführt werde, durch diese Beimengung verliert der Dextrinsyrup einen grossen Theil seiner Haltbarkeit und geht, unterstützt durch die nicht abscheidbaren Klebertheilchen des Malzes sehr bald in Gährung über.

Die Anwendung des Dextrins ist eine mannichfaltige, an der Stelle des arabischen Gummi dient es in dem Zeugdruck, zum Drucken von Tapeten, zum Appretiren und Steifen von Zeugen, als Kettenschlichte, zum Glasiren von Karten und Papier, als Mundleim, in der Chirurgie, um feste Bandagen bei Knochenbrüchen zu erhalten, zu feinerem Backwerk, bei der Bier- und Obstweinfabrikation, bei der Darstellung von einer Art englischem Pflaster u. s. w. Das Dextrin macht ferner einen nothwendigen Bestandtheil des Bieres aus und bildet sich beim Backen des Brotes auf der Oberfläche; es bildet zum Theil die Kruste des Gebäckes. Bei seiner Anwendung in der Zeugdruckerei als Verdickungsmittel ist nicht zu übersehen, dass es durch Säuren sich verflüssigt und in Zucker übergeht.

Die Zuckerfabrikation.

Geschichtliches und Allgemeines.

Der Zucker ist in Ostindien und China schon seit den ältesten Zeiten bekannt. In Europa benutzte man in früheren Zeiten statt seiner den Honig, und obschon Rom und Griechenland Kunde vom Zucker hatten, kam er doch bei dem geringen Verkehr mit Indien nicht oder nur als Seltenheit zu ihnen, zuerst, wie es den Anschein hat, zur Zeit Alexander's des Grossen. Mit den Eroberungen der Araber verbreitete sich der Zucker im westlichen Asien, in Afrika und Südeuropa, zur Zeit der Kreuzzüge lernten ihn die Kreuzfahrer kennen und die Venetianer brachten ihn bald nach Europa und Nordafrika. Man baute auf Malta, Cypern, Candia und in Aegypten Zuckerrohr und von da kam es nach Sicilien. Von Sicilien brachten die Spanier und Portugiesen das Zuckerrohr nach den Azoren, den canarischen und den Inseln des grünen Vorgebirges (1420). Einer sehr verbreiteten, doch auch widersprochenen Ansicht zufolge, soll das Zuckerrohr von den canarischen Inseln aus nach Westindien und Brasilien verpflanzt worden sein, nach Hayti (Hispa-

niola) sei es im Jahre 1506 gekommen. In den späteren Jahrhunderten ist das Zuckerrohr auf vielen Inseln des stillen Oceans von Reisenden aufgefunden worden.

War auch vielleicht das Zuckerrohr in Südamerika und auf den Antillen ursprünglich zu Hause, so ist doch als ausgemacht zu betrachten, dass die ersten Entdeckungen von seinem Vorhandensein nichts wussten und es als eine eingeführte Culturpflanze im Grossen bauten. Ritter wies in seiner Schrift, die geographische Verbreitung des Zuckerrohrs betreffend, nach, dass sich letzteres von seiner eigentlichen Heimath Ost- und Mittelasien in drei Richtungen über die Erde verbreitet habe; ostwärts von Bengalen in einem Arme nach Cochinchina und China, in einem zweiten Arme über die Inseln der Südsee innerhalb der Tropen bis zu den Osterinseln; westwärts längs des Indus nach Vorderasien, Nordafrika, Südeuropa bis nach Amerika. Nach Einführung des Sclavenhandels nahm der Zuckerrohrbau auf den Antillen so zu, dass der europäische und ostindische Zuckerbau verdrängt wurde. Nordamerika nahm erst im 18. Jahrhundert den Zuckerrohrbau auf. Die Cultur des Zuckerrohrs nahm immer mehr überhand und der Zucker, anfänglich nur in den Apotheken als Curiosität und als Medicament aufbewahrt, nahm seine Stelle unter den nothwendigen Lebensbedürfnissen ein, als man im 15. Jahrhundert den Saft auf rationelle Weise aus dem Rohre zu extrahiren und daraus festen Zucker darzustellen lernte, als es ein Jahrhundert später gelang, das rohe Produkt durch Raffination zu verfeinern.

Vorkommen und Eigenschaften des Zuckers.

Der Zucker kommt in der Natur vor als sogenannter Rohrzucker, ferner als Krümel- oder Traubenzucker (Glycose) und als Schleimzucker (nicht krystallisirbarer Zucker oder Chylariose). In grösserer und in solcher Menge, dass die Darstellung des Zuckers im Grossen vortheilhaft ist, kommt der Rohrzucker vor in dem Zuckerrohr, dem Mais, der Zuckerhirse (*Andropogon glycichylum*), in dem Safte mehrerer Ahornarten, namentlich des Zuckerahorns, der Birke, in der Zuckerrübe, der Mohrrübe, in den Kürbissen, Melonen, Bananen, in vielen Palmenarten u. s. w. Der Rohrzucker ist noch nicht künstlich dargestellt worden.

Der krystallisirte Rohrzucker hat die Formel $C_{12} H_{11} O_{11}$. Die Zuckerkrystalle (Kandiszucker) gehören dem monoklinoëdrischen Systeme an, sind hart und haben ein specifisches Gewicht von 1,6. An trockener Luft bleiben sie unverändert. Beim Erhitzen bis auf 180° schmelzen sie zu einer klebrigen farblosen Flüssigkeit, welche nach raschem Erkalten zu einer durchsichtigen, amorphem Masse (Gerstenzucker) erstarrt, die nach längerem Aufbewahren undurchsichtig wird (abstirbt) und ein krystallinisches Gefüge zeigt. Bei 210—220° verwandelt sich der Zucker in gebrannten Zucker oder Caramel. Der Zucker löst sich in dem dritten Theile seines Gewichtes kaltem Wasser, in allen Verhältnissen in siedendem Wasser. Wenn man die Zuckerlösung auf einer Temperatur erhält, die ihrem Siedepunkte nahe liegt, so verliert sie nach und nach die Eigenschaft zu krystallisiren und zwar um so leichter, je concentrirter die Lösung ist. Er ist unlöslich in absolutem Alkohol und Aether; löslich aber in wässerigem Alkohol, besonders in der Wärme. Die wässerige Lösung ist von rein süssem Geschmack. In concentrirtem Zustande lässt sie sich in verschlossenen Gefässen unverändert aufbewahren und conservirt selbst andere Gegenstände, wie z. B. Früchte, worauf sich das Einmachen derselben gründet.

Zucker in 100 Gewichtsth.	Specifische Gewichte	Zucker in 100 Gewichtsth.	Specifische Gewichte	Zucker in 100 Gewichtsth.	Specifische Gewichte
der Lösungen.					
0	1,0000	26	1,1106	52	1,2441
1	1,0040	27	1,1153	53	1,2497
2	1,0080	28	1,1200	54	1,2553
3	1,0120	29	1,1247	55	1,2610
4	1,0160	30	1,1295	56	1,2667
5	1,0200	31	1,1343	57	1,2725
6	1,0240	32	1,1391	58	1,2783
7	1,0281	33	1,1440	59	1,2841
8	1,0322	34	1,1490	60	1,2900
9	1,0363	35	1,1540	61	1,2959
10	1,0404	36	1,1590	62	1,3019
11	1,0446	37	1,1641	63	1,3079
12	1,0488	38	1,1692	64	1,3139
13	1,0530	39	1,1743	65	1,3190
14	1,0572	40	1,1794	66	1,3260
15	1,0614	41	1,1846	67	1,3321
16	1,0657	42	1,1898	68	1,3383
17	1,0700	43	1,1951	69	1,3445
18	1,0744	44	1,2004	70	1,3507
19	1,0788	45	1,2057	71	1,3570
20	1,0832	46	1,2111	72	1,3633
21	1,0877	47	1,2165	73	1,3696
22	1,0922	48	1,2219	74	1,3760
23	1,0967	49	1,2274	75	1,3824
24	1,1013	50	1,2329	75,35	1,3847
25	1,1059	51	1,2385		

Die wässerige Rohrzuckerlösung lenkt den polarisirten Lichtstrahl nach rechts ab. Verdünnte Schwefelsäure, Salzsäure und die meisten anderen organischen und Mineralsäuren verwandeln den Rohrzucker in nicht krystallisirbaren Zucker. Eine Folge davon ist, dass der Rohrzucker im Pflanzenreiche nur in neutralen Pflanzensäften sich vorfindet, während in Säften, die wie z. B. der Traubensaft, freie Säuren (Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure) enthalten, niemals Rohrzucker, sondern Glycose oder Chylariose sich findet. Unter der Mitwirkung von Hefe spaltet sich der Zucker und giebt die gewöhnlichen Produkte der geistigen Gährung: Alkohol und Kohlensäure; bevor er sich spaltet, verwandelt er sich aber in Chylariose. Der Rohrzucker verbindet sich mit den alkalischen Basen, ohne sich zu zersetzen, und bildet mit denselben die Saccharate. Einige dieser Verbindungen sind für die Darstellung des Zuckers im Grossen von vielem Interesse, nämlich die Verbindungen des Rohrzuckers mit Kalk und mit Baryt.

Von Interesse ist besonders das Verhalten des Kalkes gegen Zuckerlösungen, weil bei der Fabrikation und Raffination des Rohr- und Rübenzuckers fast durchweg Kalk zur Anwendung kommt. Kalkhydrat wird durch Rohrzuckerlösung in einer grossen Menge zu einer klaren Flüssigkeit gelöst, in welcher sich die Verbindung: $CaO, C_{12}H_{11}O_{11}$ befindet. Die Lösung trübt sich beim Erhitzen und gerinnt endlich vollständig, gerade so wie Eiweiss. Der Kalkniederschlag (aus der Verbindung $3\,CaO, C_{12}H_{11}O_{11}$ bestehend) verschwindet aber in dem Maasse, als die Temperatur abnimmt und die Flüssigkeit ist schon vollständig klar, ehe sie selbst gänzlich erkaltet ist. Leitet man durch die Zuckerkalklösung einen Strom Kohlensäuregas, so wird der Kalk gefällt und der Zucker ist unverändert und ungefärbt in der Lösung enthalten. Eine Rohrzuckerlösung verändert sich, wenn sie 48

Stunden lang mit $^1/_2$ Atom Kalk gekocht wird, nicht im Geringsten, während eine ähnliche Lösung ohne Kalk unter denselben Bedingungen gekocht fast allen Zucker eingebüsst hat. Der Kalk ist mithin ein ausgezeichnetes Mittel, dem Zucker bei den Arbeiten in der Fabrikation Stabilität zu ertheilen. Die Verbindung des Rohrzuckers mit dem Baryt, der Zuckerbaryt $C_{12}H_{11}O_{11}$, Ba O ist insofern erwähnenswerth, als sie im Wasser fast unlöslich ist und man in Folge dieser Unlöslichkeit eine Methode der Abscheidung des Rohrzuckers aus Rübensaft und Melasse mit Hülfe von Aetzbaryt vorgeschlagen hat, die alle Beachtung verdient. Auch der Zuckerbaryt ist durch Kohlensäure leicht zu zersetzen. Salpetersäure verwandelt den Zucker je nach ihrer Concentration und der Dauer ihrer Einwirkung in Zuckersäure oder in Oxalsäure. Ein Gemisch von Salpetersäure und concentrirter Schwefelsäure führt den Zucker in eine explosive Verbindung (Nitrozucker) über. Rohrzucker reducirt mit Kalk versetzte Kupfervitriollösung nicht; Glycose und Chylariose scheiden unter denselben Umständen schon in der Kälte Kupferoxydul ab.

A. Rohrzucker.

Aus dem Zuckerrohr.

Das Zuckerrohr (*Saccharum officinarum*) ist eine perennirende Pflanze aus der Familie der Gräser. Aus der faserigen, stellenweise filzartigen Wurzel steigen mehrere walzenrunde, mit Knoten versehene Halme empor, welche je nach der Bodenbeschaffenheit eine Höhe von 8—20 Fuss und eine Dicke von $1^1/_2$—2 Zoll erreichen. Das Aeussere der Halme ist gelblichgrün oder blau, oder auch gelb und violett gestreift. Das Innere bildet ein fest erfülltes, weissliches Zellenmark. Die schilfähnlichen Blätter erreichen eine Länge von 5—6 Fuss und gehen in zwei Reihen von den Knoten aus. Die Blüthe erscheint an der Spitze des Rohres in einer konisch ausgebreiteten Rispe, ähnlich dem Blüthenstande unseres gewöhnlichen Schilfes. Man pflanzt das Zuckerrohr sowol durch Samen, wie auch durch Stecklinge fort. Das letztere ist das gewöhnlichere.

Eine Hectare Land giebt an Zucker (Rohzucker):

	Bei 15 Mon. Vegetationszeit.	In 1 Jahre.
Auf Martinique . .	2500 Kilogr.	2000 Kilogr.
„ Guadeloupe .	3000 „	2400 „
„ Bourbon . .	5000 „	4000 „
in Brasilien . . .	7500 „	6000 „

Zusammensetzung des Zuckerrohrs.

Keine Pflanze enthält eine so grosse Menge Zucker als das Zuckerrohr, und keine liefert ihn auch so rein. Unter den gewöhnlichen Bedingungen cultivirt, enthält das Zuckerrohr 90 pCt. Saft, welche nach der Untersuchung von Péligot 18—20 Th. krystallisirbaren Zucker enthalten.

Tahitisches Zuckerrohr von Martinique (a) und von Guadeloupe (b) zeigte sich nach Péligot und Dupuy folgendermaassen zusammengesetzt:

	(a) Péligot.	(b) Dupuy.
Zucker	18,0	17,8
Wasser	72,1	72,0
Cellulose	9,9	9,8
Salze	—	0,4

Von den 18 pCt. Zucker, die im Zuckerrohre sich finden, kommen in der Regel nicht viel mehr als 8 pCt. als krystallisirter Zucker in den Handel. Dieser grosse Verlust wird durch folgende Umstände veranlasst:

1) presst man von den 90 pCt. Saft, welche das Zuckerrohr enthält, gewöhnlich nur 50—60 pCt. aus; es bleibt mithin ein Drittel des Zuckers in dem gepressten Stroh, in der Bagasse zurück, welches als Brennmaterial zum Einkochen des Zuckersaftes dient;

2) geht wenigstens der fünfte Theil des in dem Safte enthaltenen Zuckers durch das unvollkommene Läuterungsverfahren und während des Einkochens in Gestalt von Schaum verloren;

3) krystallisirt nur die Hälfte bis höchstens zwei Drittheile von dem Zucker, der in dem eingekochten Safte sich befindet, während der Rest in der Melasse zurückbleibt.

Die 18 Procente Zucker des Rohres vertheilen sich demnach auf folgende Art:

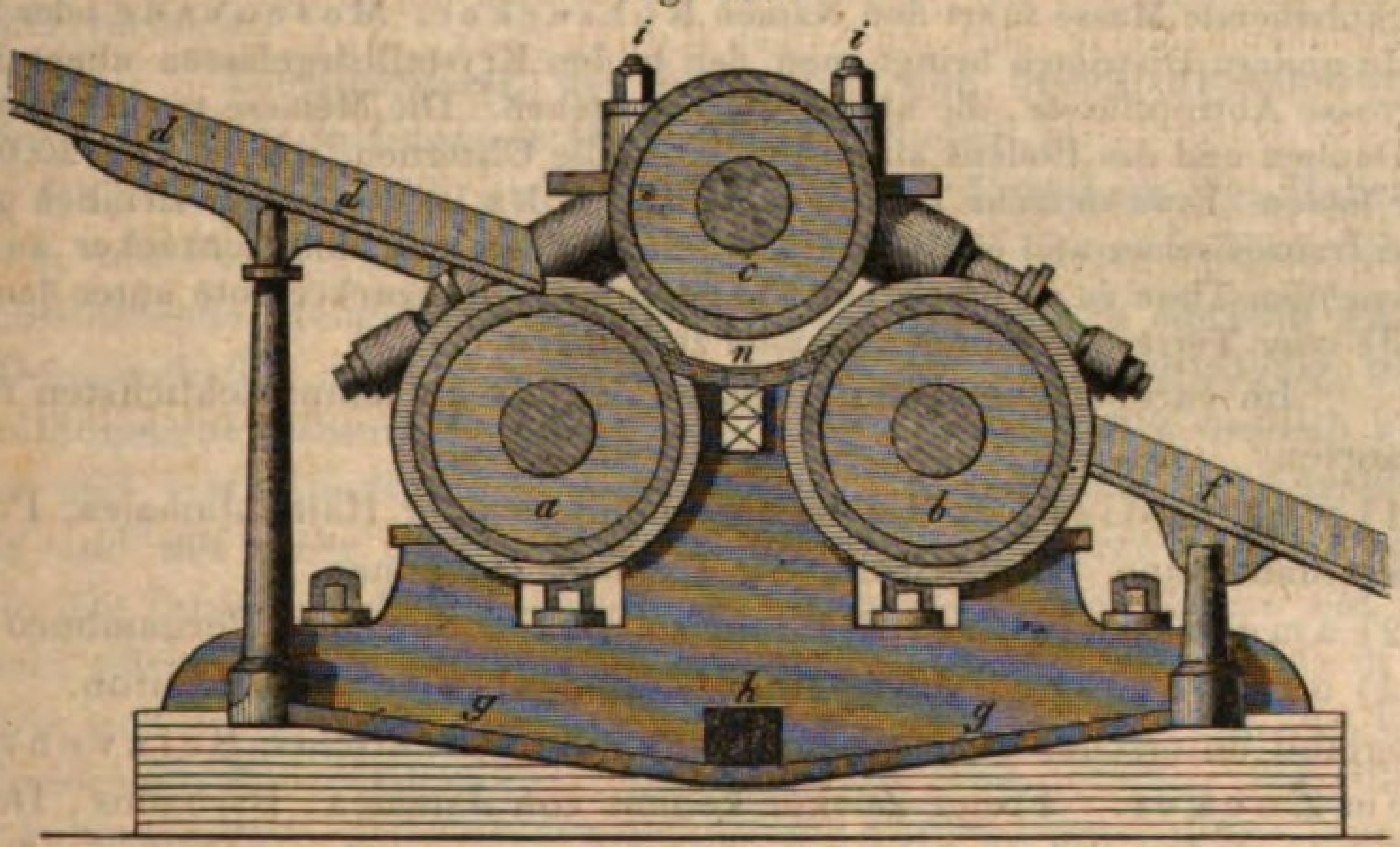
In der Bagasse bleiben etwa	6 pCt.
Durch die Läuterung und durch das Abschäumen gehen verloren	2,5 „
In der Melasse bleiben zurück	3 „
Als Rohzucker werden gewonnen	6,5 „
	18 pCt.

Darstellung des Rohzuckers aus dem Zuckerrohre. Die Fabrikation des Rohzuckers aus dem Zuckerrohre zerfällt 1) in das Auspressen, 2) in das Klären und Einkochen des Saftes.

Das Auspressen des Saftes. Das gesammelte Zuckerrohr muss so schnell als möglich nach der Zuckermühle gebracht werden; die kleinste Vernachlässigung in dieser Beziehung würde sich bei der hohen Temperatur durch Abnahme des Zuckers in dem Rohre rächen.

Die zum Auspressen des Rohres dienenden eisernen Walzenpressen sind durch Fig. 159 versinnlicht. Sie bestehen aus drei hohlen gusseisernen Walzen *a*, *b*, *c*, welche horizontal in einem gusseisernen Gestelle liegen. Mittelst der Schrauben *i i* lassen sich die Presswalzen nähern oder von einander entfernen. Die eine Walze wird mit Hülfe eines grossen, mit Getriebe versehenen Rades in Bewegung gesetzt und dreht dann mittelst dreier Zahnräder, welche auf den Axen der Walzen sitzen, auch die übrigen Walzen. Das Zucker-

Fig. 159.



rohr wird durch ein endloses Band über die schiefe Ebene *d d* zu den Walzen geführt, gelangt zuerst zwischen die beiden Walzen *a c*, wo es nur eine geringe Pressung erleidet, und kommt dann über das gebogene Blech *n* hinweg zwischen die dichter gestellten Walzen *c* und *b*. Damit der Saft die erforderliche Zeit zum Ausfliessen habe, dürfen die Cylinder sich nur langsam umdrehen. Bei 6 Decimeter Durchmesser ist die geeignetste Drehungsgeschwindigkeit etwa 3 Fuss in der Secunde an der Peripherie. Das gekelterte Rohr fällt über die Rinne *f* hinaus. Der ausgepresste Saft sammelt sich in *g g* und läuft durch *h* ab. Die Walze *a* ist auf der Oberfläche cannellirt; zuweilen sind auch alle Walzen cannellirt. Auf den dänischen Inseln Westindiens heisst die mittlere Walze der König, die eine Seitenwalze der Seitenroller, die andere der Makasroller.

Das Klären und Einkochen des Saftes. Der ausgepresste Saft gelangt in die Siederei, in welcher er in einem Systeme von fünf eisernen oder kupfernen Kesseln, die in einer Reihe eingemauert sind und eine gemeinschaftliche Feuerung besitzen, verarbeitet wird.

In die erste Pfanne, die als Läuterungskessel dient, kommt der Saft sogleich von der Presse; sie ist am entferntesten vom Feuer. Das Läutern geschieht mit Kalkmilch; zu 15,000 Liter Saft setzt man 5—9 Liter. Dass man genug Kalkmilch zugesetzt hat, erkennt man daran, dass ein dicker und fester Schaum sich bildet, in welchem durch das Kochen Sprünge und Risse entstehen, durch welche eine farblose Flüssigkeit dringt. Der Kalk neutralisirt die Aepfel- und andere Pflanzensäuren und bildet mit dem Albumin und anderen Saftbestandtheilen eine dichte schmutzig grüne Schaumdecke. Sobald der Saft fast bis zum Siedepunkte erhitzt ist, entfernt man den Schaum mit Hülfe eines Schaumlöffels und bringt den geläuterten Saft in die zweite Pfanne zum Abdampfen. Hier bildet sich unablässig neuer Schaum, der in die erste Pfanne zurückgebracht wird. In der dritten und vierten Pfanne, welche immer kleiner und kleiner sind, wird der Saft durch Abdampfen bis auf 30° B.

gebracht, in der fünften und letzten Pfanne endlich bis zum Krystallisationspunkte eingekocht. In den Kesseln setzt sich ein Kesselstein in Krusten von 3—4 Linien Dicke ab, deren Bildung das Sieden des Saftes beträchtlich verzögert, weil dieser Ueberzug ein sehr schlechter Wärmeleiter ist. Um ihn zu entfernen, erwärmt man den Kessel im geleerten Zustande; der Kesselstein erleidet eine angehende Verkohlung und lässt sich leicht ablösen. Die zum Krystallisiren erforderliche Consistenz des eingekochten Zuckersaftes erfährt man durch die Fingerprobe, indem man einen Tropfen zwischen Daumen und Zeigefinger auseinanderzieht, je dicker die Lösung ist, desto länger die Fäden; eine Länge von $^3/_4$ Zoll hält man für ein Zeichen genügender Concentration.

Ehedem brachte man den verkochten Syrup von der Kochpfanne zuerst in die Kühler, grosse hölzerne Gefässe, ein jedes von etwa 16 Centner Capacität, in welchen sich der Zucker in Körnern abschied, und dann in grosse Fässer, in welchen die Melasse vom Zucker so gut als möglich abfloss. Diese Methode zog aber in Folge von Gährung so bedeutende Verluste nach sich, dass man sie zum Theil aufgegeben und die Kühler durch Krystallisirgefässe aus Holz, von etwa 12 Zoll Tiefe, 4—5 Fuss Breite und 6—8 Fuss Länge, ersetzt hat. In dem Boden dieser Bottiche befinden sich Löcher, die mit Zuckerrohrstückchen verstopft sind. Wenn nach Verlauf von 24 Stunden die Masse körnig geworden ist, rührt man sie um und lässt durch die Löcher den nicht krystallisirten Theil, den Syrup oder die Melasse abfliessen. Nach 5 — 6 Wochen ist die Melasse abgetropft und die in den Gefässen zurückbleibende Masse führt den Namen Rohzucker, Moscovade oder Puderzucker. In andern Districten bringt man den in den Krystallisirgefässen abgeschiedenen Zucker in grosse Abtropffässer, die über Cisternen stehen. Die Melasse tropft zwischen den Fugen der Dauben und des Bodens ab und fliesst in die Cisternen, welche 15—20,000 Liter und darüber fassen. Etwa vierzehn Tage nach dem Einfüllen ist der Zucker ziemlich gereinigt.

In den französischen und englischen Colonien pflegt man den Rohzucker an Ort und Stelle mit feuchtem Thon zu decken und die gereinigten Rohzuckerbrote unter dem Namen Cassonade oder Terrezucker in den Handel zu bringen.

Sorten des Rohzuckers. Im europäischen Handel finden sich als die hauptsächlichsten folgende Rohzuckersorten:

1) westindische: Cuba, San Domingo oder Haiti, Jamaica, Portorico, Martinique, Guadeloupe, Sainte Croix, St. Thomas, Havanna;

2) amerikanische: Rio Janeiro, Bahia, Surinam, Pernambuco;

3) ostindische: Java, Manilla, Bengal, Mauritius, Canton.

In England unterscheidet man neuerdings zuweilen zwischen Sclavenzucker und freiem Zucker. Freier Zucker kommt von Jamaica, Barbados, Demerara, Antigua, Trinidad, Dominica; Sclavenzucker dagegen von Cuba, Havanna, Brasilien, St. Croix, Portorico.

Der Handelswerth des Rohzuckers richtet sich nach der Menge und der Natur der fremden Substanzen, welche den Zucker in dem Rohzucker stets begleiten. Diese Substanzen sind Wasser, Farbstoffe, eiweissartige und gummöse Körper, Sand und Erde, lösliche Mineralsalze, Essigsäure und andere Säuren, welche von einer theilweisen Gährung des Zuckers herrühren. Alle diese Substanzen müssen während des Raffinirens verschwinden. Einige derselben sind auf die Reinigung ohne nachtheiligen Einfluss; das Wasser, die organischen Ueberreste und der Sand vermindern nur durch ihre Gegenwart die Menge des vorhandenen Zuckers, während die fremden löslichen Substanzen, namentlich die Mineralsalze, die Ausbeute an raffinirtem Zucker verhindern, indem sie einen Theil des krystallisirbaren Zuckers in nicht krystallirsirbaren überführen.

Mulder fand in 100 Th. Rohzucker:

	Java.	Havanna.	Surinam.	In Kandis.	In Melis
Rohrzucker	98,6—83,1	97,0—87,3	92,3—85,4	99,6	99,7
Fruchtzucker	5,5— 0,3	3,7— 0,9	4,4— 1,6	0,1	0,2
Wasser	6,1— 0,3	3,5— 0,9	6,3— 3,6	0,2	0,1
Asche	2,1— 0,2	1,4— 0,0	2,0— 1,2	0,1	—
Caramel, Gummi, Pflanzensäure etc.	3,5— 0,5	4,5— 0,4	2,1— 1,1	—	—

Melasse. Die Melasse bildet sich als Nebenprodukt der Rohzuckerfabrikation in sehr verschiedener Menge je nach den klimatischen Verhältnissen, unter denen das Zuckerrohr gewachsen ist. In sehr warmen Gegenden, wo das Zuckerrohr zur vollkommenen Reife gelangen kann, entsteht weniger Melasse als in anderen, zur Cultur des Rohres weniger geeigneten Gegenden. Die Menge der Melasse variirt ferner nach den Varietäten des Zuckerrohres, nach der Jahreswitterung, nach der Bodenbeschaffenheit, nach der Art des angewendeten Düngers. In chemischer Beziehung ist die Melasse als eine concentrirte wässerige Lösung von krystallisirbarem Zucker, Schleimzucker, kleinen Mengen von Caramel und Mineralsalzen zu betrachten, in welcher zuweilen kleine Krystalle von Rohrzucker sich suspendirt befinden. Sie erscheint als eine dunkel rothbraune, zähe, fadenziehende Flüssigkeit von stark süssem Geschmack. Ein grosser Theil der Melasse wird in den Colonien zur Rumbereitung verwendet; der Rest dient als flüssiger Zucker zur Nahrung. Die Melasse geht sehr leicht in die geistige und dann in die Essiggährung über. Der bei der Anfertigung von gedecktem Zucker erhaltene Syrup (gedeckter oder grüner Syrup) wird weiter auf Zucker verkocht.

Die Raffination des Rohzuckers. Die Reinigung des Rohzuckers und dessen Umwandlung in raffinirten Zucker zerfällt in folgende Operationen, nämlich in

1) Das Schmelzen und Klären. Das Entfernen des Rohzuckers aus den Kisten und Fässern ist nicht ganz leicht, da die Gefässe an ihren Wänden eine nicht unbedeutende Menge des feuchten, selbst schmierigen Zuckers zurückhalten, dessen Herausschaffen mit der Hand oder mit Werkzeugen kostspielig ist und nur ein unvollkommenes Resultat geben würde. Man bedient sich deshalb häufig eines einfachen und vortheilhaften Verfahrens, nach welchem man die Fässer über eine gewölbte und mit einer Rinne versehene Kupferplatte stürzt und aus einem Rohr Dampf in das Innere der Kiste oder des Fasses strömen lässt. Indem sich der Dampf verdichtet, sättigt er sich mit Zucker, fliesst in die Rinne und von da in ein Reservoir. Die sich darin ansammelnde Flüssigkeit dient zur Auflösung des Rohzuckers. Der aufzulösende Rohzucker wird vorher durch ein Sieb gerieben, um alle Klumpen, die der Auflösung Schwierigkeiten bereiten würden, zu zertheilen. Das Auflösen selbst geschieht in den meisten Raffinerien in kupfernen mit Dampf geheizten Pfannen. Die zur Auflösung des Rohzuckers erforderliche Wassermenge beträgt gegen 30 pCt. vom Gewicht des Zuckers. Aus der Schmelzpfanne kommt die Rohzuckerlösung in eine zweite kupferne Pfanne mit doppeltem Boden, die Läuterpfanne. Als Klärmittel wendet man gegenwärtig fein gepulverte Knochenkohle und eine in der Wärme coagulirbare Eiweisssubstanz wie Hühnereiweiss oder Blut an.

Das Blut (Rinds- oder Hammelblut) wird, sowie es den Thierkörper verlassen hat, mit Ruthen geschlagen, um daraus das Fibrin zu entfernen, und in gut verschlossenen und geschwefelten Fässern, in die man eine kleine Menge wässeriger schwefliger Säure oder schwefligsauren Kalk giebt, aufbewahrt. Zu einer genügenden Klärung ist ein Zusatz von 3—4 pCt. Knochenkohlenpulver und $^1/_2$—2 pCt. Blut genügend. Sobald man Kohle und Blut in die Läuterpfanne gebracht hat, wird mit einem Rührer stark von unten nach oben gerührt und die Flüssigkeit bis zum tüchtigen Aufwallen erhitzt. Das Bluteiweiss gerinnt, hüllt alle trübenden Theile ein und verhindert, dass sie später durch die Filter gehen. Die geronnene Masse scheidet sich nebst dem Kohlenpulver an der Oberfläche als dicker zusammenhängender Schaum aus.

2) Das Filtriren der geklärten Zuckerlösung geschieht mit Hülfe der Taylor'schen Filter.*) Das Durchgelaufene, Klärsel, wird in einem Klärselbehälter

*) Um Wiederholungen zu vermeiden, werden die Taylor'schen Filter, sowie andere bei der Raffination des Zuckers vorkommende Apparate und Manipulationen erst bei der Rübenzuckerfabrikation beschrieben werden.

aufgefangen und auf Dumont'sche Filter gebracht, in denen sich Knochenkohle befindet. Hier geht die Entfärbung vor sich. Der filtrirte Saft kommt in die Kochpfanne.

3) Das Kochen des Klärsels geschah früher in Pfannen mit freier Feuerung, welche jetzt überall durch die Vacuumapparate ersetzt sind, bei denen der luftverdünnte Raum durch Luftpumpen und Einspritzungen mit kaltem Wasser hervorgebracht wird. Die Arbeit des Einkochens ist der beim Rohzucker völlig gleich, nur ist der Grad des Verkochens verschieden; je weniger rein und je mehr verändert der Syrup ist, desto stärker wird er eingekocht, bis der noch heisse Saft 42—43° B. zeigt oder etwa 10—12 pCt. Wasser enthält.

4) Das Krystallisiren und Kühlen. In der Regel beginnt der Zucker schon in der Vacuumpfanne zu krystallisiren; er kommt dann in die sogenannten Kühler, die indessen richtiger Wärmepfannen heissen, in welchen er bis auf 80° erwärmt wird.

Sobald die Krystallbildung auf der Oberfläche und an den Wänden beginnt, rührt man mit grossen hölzernen Krücken (Stirrhölzern) langsam um, damit die entstandenen Krystalle in der Flüssigkeit sich zertheilen. Nach einiger Zeit, nachdem neue Krystalle sich gebildet haben, rührt man von Neuem um. Die Temperatur der Masse hat sich dabei bis auf 50° erniedrigt. Diese Zuckerausscheidung in Folge von Erkalten heisst die rasche Krystallisation; auf ihr beruht die jetzt allgemein übliche Darstellung des festen Zuckers. In früherer Zeit wendete man zu demselben Zwecke die langsame Krystallisation an, bei welcher das nicht bis zum Krystallisationspunkte eingekochte Klärsel einer langsamen Verdunstung in erwärmten Räumen unterworfen wurde, der Zucker sich demnach nicht in Folge von Erkalten, sondern von Wasserentziehung ausschied.

5) Das Füllen der krystallinischen Masse in Formen, in denen sich die Zuckerbrote bilden sollen. Das Verfahren beim Füllen ist verschieden, je nachdem man die ältere Kochweise über freiem Feuer oder die Vacuumpfannen anwendet. Nach der älteren Methode füllte man die Formen zuerst nur bis zu einem Drittheil voll, nach einiger Zeit bis zu zwei Drittheilen und zuletzt die Form voll bis einen Zoll vom oberen Rande. Der Grund dieses ununterbrochenen Füllens war eine gleichmässige Mischung des Kornes. Zehn Minuten nach dem Füllen ist eine Krystallhaut auf der Oberfläche der Brote wahrzunehmen, worauf man zum ersten Rühren mit einem langen hölzernen Messer schreitet (das Holen, d. h. aus der Spitze holen), um alle Krystalle in der Masse gut zu zertheilen. Nach etwa einer halben Stunde wird diese Operation wiederholt; man nennt sie jetzt das Stirren. Bei Anwendung von Vacuumpfannen ist das Füllen in drei Perioden, das Holen und Stirren nicht mehr nöthig. Das Local, in welchem das Füllen geschieht, wird beständig auf einer Temperatur von 25—30° erhalten.

6) Das Decken und Trocknen. Die gefüllten Formen kommen nach 8—12 Stunden aus der Füllstube auf den Zuckerboden; hier werden die zugepfropften Spitzen der Formen mit Hülfe einer Ahle geöffnet, damit der zwischen den Zuckerkrystallen befindliche Syrup (grüner oder ungedeckter Syrup) ablaufe. Nachdem dies geschehen, schreitet man zum Decken, d. h. zum Auswaschen der Zuckerkrystalle durch langsame Filtration mit Hülfe von Wasser, welches aus einem Thonbrei fliesst, oder durch Verdünnung des zwischen den Zuckerkrystallen befindlichen Syrups mit reiner Zuckerlösung (feinem Klärsel oder Decksel).

Da das Ablaufen des grünen Syrups viel Zeit erfordert, so benutzt man jetzt die Centrifugalkraft, um den flüssigen Antheil des Zuckers von dem festen zu trennen. Nach beendigtem Decken dreht man die Formen auf ihre Basis um (das Löschen), damit der an der Spitze angesammelte Syrup sich in der ganzen Masse des Zuckerbrotes vertheilen könne. Das Trocknen geschieht zuerst an der Luft, dann in Trockenstuben, bei anfänglich 25°, bis zuletzt bei 50°. Alles Uebrige, das bei der Raffination des Rohzuckers zu erwähnen wäre, ist unter der Rübenzuckerfabrikation zu suchen.

B. Rübenzucker.

Allgemeines und Geschichtliches.

Es war im Jahre 1747, als der Apotheker Marggraf in Berlin in einer der Akademie der Wissenschaften vorgelegten Abhandlung das Vorhandensein von krystallisirbarem Zucker in der Runkelrübe nachwies und auf die Wichtigkeit dieser Beobachtung für die Landwirthschaft und die Fabrikation von einheimischem Zucker aufmerksam machte. Er schied durch Extraction mit Alkohol aus der weissen Rübe 6,2, aus der rothen Varietät 4,5 pCt. Zucker ab. Dass Marggraf's Beobachtungen nicht weiter verfolgt wurden, dazu trugen ausser technischen Schwierigkeiten vielfacher Art auch die damaligen politischen Verhältnisse viel bei. Nach dem Aachener Friedensschlusse überschwemmten die Engländer mit ihrem wohlfeilen Colonialzucker die auf's Neue zugänglichen Märkte Deutschlands und schlossen alle Concurrenz des mit vielen Kosten erzeugten Rübenzuckers mit dem Colonialzucker aus. Lange Zeit ruhte die Darstellung von Zucker aus Rüben. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts kam man in Deutschland wieder darauf zurück und begann der fabrikmässigen Darstellung des Rübenzuckers grössere Aufmerksamkeit zu schenken. Achard und Hermbstädt stellten Versuche über Rübenzuckererzeugung an, und namentlich war es der erstere, welcher es dahin brachte, bis zu 6 pCt. krystallisirten Zucker und 4 pCt. Melasse aus der Rübe und zwar im Grossen abzuscheiden. Alle Bemühungen der damaligen Zeit, eine heimische Zuckerindustrie zu gründen, würden indessen vergeblich gewesen sein, wären sie nicht in eine Zeit gefallen, welche mit gebieterischer Nothwendigkeit die Aufmerksamkeit der Regierungen auf die Erzeugung von vaterländischem Zucker lenkte. Allgemeiner Krieg gegen die Produkte der Colonien und gegen England sollte eine Lähmung des britischen Handels bewirken und den Continent unabhängig von England machen. Der Preis der Colonialwaaren steigerte sich ausserordentlich; für einen Centner Zucker, für welchen man im Jahre 1805 38—63 fl. zahlte, forderte man im Jahre 1811 350 fl. — eine genügend starke Triebfeder zur Darstellung von einheimischem Zucker. Hierzu kam noch, dass der erste Napoleon die junge Industrie mächtig unterstützte. Es entstanden hunderte von Fabriken, die aber sämmtlich, weil sie auf zu künstlichem Untergrunde beruhten, nicht länger ihre Existenz fristeten, als das Continentalsystem dauerte. Vielleicht hätte indessen schon damals die neue Industrie Wurzel fassen können, wäre nicht die Mehrzahl der Fabriken von Speculanten angelegt gewesen, die mehr die in Aussicht gestellte hohe Prämie als die eigene Befähigung zu industriellen Unternehmungen getrieben hatte. Zudem waren die meisten Fabriken an unpassenden Orten und mit einem Kapitalaufwande angelegt, welchen der niedrige Zuckerpreis nach der Aufhebung der Continentalsperre nicht mehr ertragen konnte. Doch kaum zehn Jahre nach dem Sturze des ersten Napoleon betrat die Rübenzuckerfabrikation den Schauplatz von Neuem und zwar diesmal mit Erfolg. Dieser mächtige Umschwung war theils eine Folge der Fortschritte der Naturwissenschaften und der Technik, welche manche für die Rübenzuckergewinnung belangreiche Erfindung zu Tage befördert hatte, zum grossen Theil aber auch eine Folge des Schutzes, welchen die Zollgesetzgebung der neuen Industrie gewährte. Sie ist unter dem Zollschutze gross geworden und gegenwärtig steht sie da in erster Reihe unter den grossen Errungenschaften der Neuzeit im Gebiete der Technik.

Arten der Rübe.

Die Stammpflanze der Runkelrübe (Zuckerrübe, Mangold) ist eine ziemlich unscheinbare zweijährige Pflanze (*Beta maritima*), welche an den Gestaden des Mittelmeeres, hauptsächlich an der spanischen und dalmatischen Küste wild wächst und in die Familie der meldenartigen Gewächse gehört. Lange Zeit

hindurch war man der irrigen Meinung, die Runkel- oder Zuckerrübe sei ein Bastard der rothen und weissen Rübe, eine Ansicht, welche nur in der Kindheit der Wissenschaft möglich war. Anfangs gehörte sie der Gartencultur an. Man baute sie wegen ihrer schmackhaften Blattstengel als Gemüse und die rothe Varietät der Wurzeln wegen, bis sie gegen den Anfang des 19. Jahrhunderts in die Reihe der Futterpflanzen trat. Aber auch als solche fand sie nicht die ihr gebührende Würdigung, bis endlich die Continentalsperre ihren grossen Zuckergehalt wieder in Erinnerung brachte. Seitdem hat sie als Fabrikpflanze die grösste Bedeutung erlangt. Es ist die Aufgabe der Landwirthe, auf einer gegebenen Fläche das Maximum an zuckerreichsten Rüben zu erzeugen, die Aufgabe des Agriculturchemikers, den durchschnittlichen Zuckergehalt von 10—10,5 pCt. durch Abänderung des Ernährungsprocesses, durch zweckmässige Düngung und sorgfältige Pflege der Pflanze zu erhöhen. Zahlreiche Analysen von einzelnen Zuckerrüben ergaben einen Zuckergehalt von 12, sogar bis zu 14 pCt. Welcher Triumph für die Wissenschaft des Ackerbaues, wenn es gelungen sein wird, die Ausnahme zur Regel zu machen und allen Rüben einen Zuckergehalt von 12—14 pCt. zu geben. In dieser Richtung lässt sich von der Agriculturchemie noch sehr viel erwarten.

Zuckergehalt, sowie Grösse und Gewicht der Zuckerrüben hängen wesentlich von der Varietät und vom Standort ab. Unter allen Varietäten hält man die weisse schlesische Rübe (*Beta cicla*) für die geeignetste zur Zuckerproduktion. Sie ist birnförmig, hat hellgrüne, aufrecht stehende Blattstengel, breite Blätter und weisses Fleisch. Andern Erfahrungen zufolge verdient jedoch die weisse, mehr spindelförmige Rübe mit röthlicher Schale den Vorzug.

Die Rübe ist eine zweijährige Pflanze: in dem ersten Jahre entwickelt sie blos Wurzeln und Blätter, in dem zweiten Jahre trägt sie dann den Samen. Während des ersten Jahres schöpfen Blätter und Wurzel aus der Atmosphäre und der Ackerkrume atmosphärische und mineralische Nahrungsmittel und grosse Mengen Wasser, welche Stoffe, von den Blättern verarbeitet, zum Theil zum Wachsthum der Wurzel beitragen und sich in dem Zellengewebe derselben ansammeln, um in dem nächsten Jahre zur Entwickelung des Blüthenstengels und der Samen verwendet zu werden. Gerade die Ansammlung jener Flüssigkeiten in dem Wurzelgewebe ist es, welche die Rübe zur Gewinnung des Zuckers so geeignet macht. Die beste Zeit für die Rübenernte würde demnach ohne Zweifel diejenige sein, in welcher die Rübe am meisten entwickelt ist und in ihren Gefässen die grösste Menge des zuckerreichen Saftes aufgespeichert hat. Da die Vegetation der Rübe den Winter hindurch nicht ruht, wenn diese auch dann nur in weniger merkbarer Weise vor sich geht, so wäre der passendste Zeitpunkt zur Rübenernte im Frühjahre in dem Augenblicke, wo der Zelleninhalt der Wurzeln zum Theil zum Aufbau des Blüthenstengels verwendet werden soll. Leider verträgt die Rübe den Frost der nördlichen Winter nicht, und man ist genöthigt, anstatt die ergiebigere Frühjahrsernte abzuwarten, zur Ernte schon im Herbste zu schreiten.

Ueber den Ertrag an Rüben in verschiedenen Gegenden hat man folgende Angaben: Es liefert ein preussischer Morgen (4 Morgen = 1 Hectare = 3 bayerischen Tagwerken):

in	nach	Rüben überhaupt in Centnern	fabrikationsfähige Rüben in Centnern	Zucker in Pfund
Oesterreich	Krause	104—145	88—123	770—1084
Oesterreich	Burger	169—193	143—164	1256—1560
Böhmen	Neumann	112—145	95—123	836—1160
Preussen	Lüdersdorf	146	124	1088
Preussen	Thaer	180	153	1336
Baden	Stölzel	120—160	102—136	896—1196
Frankreich:				
nördl. Departements	Dumas	198	168	1476
andere „	Dumas	124	105	924
Frankreich	Boussingault	149	127	1116

Chem. Zusammensetzung der Rübe.

Die mittlere *chemische Zusammensetzung*, eine gute schlesische Rübe vorausgesetzt, ist folgende:

Wasser	83,5
Zucker und Spuren von Dextrin (ungefähr 0,1)	10,5
Holzfaser	0,8
Albumin, Caseïn und andere eiweissähnliche Körper	1,5
Fett	0,1
Organische Substanzen, wie Citronensäure, Pektin und Pektinsäure, sich färbender Stoff, Asparagin u. s. w. Organische Salze, als oxalsaurer und pektinsaurer Kalk, Kali und Natron, Unorganische Salze, als salpetersaures, schwefelsaures Kali, Chlorkalium, phosphorsaurer Kalk und Magnesia u. s. w.	3,7

Saccharimetrie.

Die *Saccharimetrie* beschäftigt sich mit der Ermittelung des Rohrzuckergehaltes der Rüben, des Rohzuckers. Diese Ermittelung kann geschehen

1) auf mechanischem,
2) auf chemischem,
3) auf physikalischem Wege.

Mechanische Bestimmung.

Ermittelung des Zuckergehaltes der Rüben auf mechanischem Wege. Nach dieser Methode isolirt man den in der Rübe enthaltenen Zucker, wobei man auf folgende Art verfährt: Man wiegt sorgfältig 25—30 Grm. in dünne Scheiben geschnittene Rüben (aus dem mittleren Theile der Rübe) ab und trocknet sie so lange, bis der Rückstand nichts mehr an Gewicht verliert. Man erfährt so die Menge des Wassers und der in der Rübe enthaltenen Trockensubstanz. Der Rückstand wird gepulvert und wiederholt mit siedendem Alkohol von 0,83 spec. Gewicht ausgezogen, wodurch der Zucker gelöst wird. Der ungelöste Rückstand giebt nach dem Trocknen das Gewicht der Cellulose, der Proteïnsubstanzen und eines Theiles der mineralischen Bestandtheile. Lässt man die alkoholische Lösung im leeren Raume über Aetzkalk stehen, so concentrirt sich die Lösung nach und nach und scheidet den Zucker in kleinen, farblosen, durchsichtigen Krystallen ab; der fast absolute Alkohol, der dann zurückbleibt, enthält nach einigen Tagen nichts mehr gelöst. Gute Zuckerrüben hinterlassen gegen 20 pCt. trockenen Rückstand; der Wassergehalt beträgt demnach 80 pCt. Von den 20 pCt. Rückstand kann man 13 pCt. etwa für Zucker, 7 pCt. für Pektin, Cellulose, Proteïnkörper und Mineralsalze rechnen.

Je höher das *specifische Gewicht* des Saftes von unter günstigen Bedingungen cultivirten Rüben ist, desto grösser ist auch sein *Zuckergehalt*; es lässt sich demnach aus dem specifischen Gewichte ein Schluss auf die Zuckerprocente ziehen. Der Saft guter Rüben zeigt 8° B., zuweilen sogar 9°. Bei Rüben, die nicht in geeigneter Cultur und passendem Boden gebaut wurden, lässt sich das Aräometer zur Ermittelung des Zuckergehaltes nicht anwenden, da die löslichen Mineralsalze der Rüben für die gleiche Quantität das spec. Gewicht weit mehr als der Zucker erhöhen.

Chemische Bestimmung.

Auf *chemischem Wege* bestimmt man den Zuckergehalt der Rüben, indem man

a) die Löslichkeit des Kalkhydrates im Rohrzucker nach bestimmten Gewichtsverhältnissen benutzt,

b) den Rohrzucker durch Säuren in Glycose überführt und durch letztere Kupferoxydhydrat zu Kupferoxydul reducirt, dessen Menge man bestimmt,

c) den in Glycose übergeführten Rohrzucker durch Gährung in Alkohol und Kohlensäure verwandelt und die Menge der letzteren ermittelt (4 CO_2 entsprechen 1 At. Rohrzucker $C_{12}H_{11}O_{11}$).

Die *erste* dieser Methoden, die sich auf die *Löslichkeit des Kalkhydrates in einer Rohrzuckerlösung* gründet, besteht darin, die zuckerhaltige Flüssigkeit mit überschüssigem Kalkhydrat zusammenzureiben, die Menge des in der Flüssigkeit aufgelösten Kalkes mit Hülfe von titrirter Schwefelsäure zu bestimmen und darauf die entsprechende Menge des Zuckers zu berechnen. Dieses Verfahren setzt jedoch, um einer allgemeinen Anwendung fähig zu sein, eine constante Zusammensetzung des in dem Wasser gelösten Zuckerkalkes voraus, was durch den Versuch keineswegs bewiesen ist.

Die *zweite* Methode gründet sich darauf, dass 1) der Rohrzucker in einer alkalischen Flüssigkeit suspendirtes Kupferoxyd nicht reducirt, dass es dieses Oxyd aber reducirt, sobald es durch verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure in Glycose übergeführt worden ist; 2) die

Quantität des bei dieser Reaction zu Oxydul reducirten Kupferoxydes der Menge des angewendeten Zuckers proportional ist. Sie ist auch unter dem Namen der *Fehling'schen Probe* gäng und gäbe. Die hierzu erforderliche alkalische Kupferoxydlösung stellt man am zweckmässigsten durch Vermischen einer Auflösung von 40 Grm. Kupfervitriol in 160 Grm. Wasser mit einer Lösung von 160 Grm. neutralem weinsauren Kali in wenig Wasser und 600 bis 700 Grm. Aetznatronlauge von 1,12 spec. Gewicht dar. Die Mischung wird auf 1154,4 Kubikcentim. bei 15° verdünnt. Ein Liter der so bereiteten Kupferlösung enthält 34,650 Grm. Kupfervitriol und erfordert zur Reduction 5 Grm. Glycose, oder 10 At. Kupfervitriol (1247,5) werden durch 1 At. Glycose (180) zu Oxydul reducirt (34,650 : 5 = 1247,5 : 180 oder = 6,93 : 1), 10 Kubikcentimeter der Kupferlösung entsprechen also 0,050 Grm. getrockneter Glycose. Wenn man mit Mulder die Wägung des ausgefällten, durch Glühen in Oxyd verwandelten Oxyduls der Anwendung von titrirten Lösungen vorzieht, so entspricht 1 Th. Kupferoxyd 0,552 Th. Glycose (von der Formel $C_{12}H_{14}O_{14}$). Um diese Probeflüssigkeit anzuwenden, verdünnt man ein bestimmtes Gewicht der zu untersuchenden zuckerhaltigen Flüssigkeit bis zu dem 10—20fachen Volumen in Kubikcentimetern. Andererseits verdünnt man 10 Kubikcentimeter der Kupferlösung mit 40 Kubikcentimetern Wasser, erhitzt die Flüssigkeit zum Sieden, und setzt so lange von der Zuckerlösung zu, bis alles Kupferoxyd genau reducirt ist. Je näher man diesem Punkt kommt, desto reichlicher und röther ist der Niederschlag und desto schneller setzt er sich ab; eine Probe des Filtrats darf weder mit Schwefelwasserstoff, noch, nach dem Ansäuern, mit Ferrocyankalium eine Reaction auf Kupfer andeuten. Enthält das Filtrat überschüssigen Zucker, so zeigt es bald eine gelbliche Färbung. Da das Kupferoxydsalz augenblicklich und in entsprechender Menge durch den Zucker reducirt wird, so ist ein längeres Kochen der Lösung nicht erforderlich, wenn sie immer im Sieden oder nahe beim Sieden erhalten wird. Um Rohrzucker in dieser Weise zu bestimmen, muss derselbe durch mehrstündige Erwärmung mit Schwefelsäure oder Weinsäure in Glycose verwandelt werden. 100 Th. Glycose entsprechen 95 Th. Rohrzucker.

Gährungsprobe. Die dritte Methode, die Gährungsprobe, gründet sich darauf, dass Rohrzucker in wässeriger Lösung mit Hefe zusammengebracht, in Glycose übergeht, welche dann die geistige Gährung erleidet und in Alkohol und Kohlensäure übergeht. Dieser Probe liegt die bislang für richtig angenommene Gleichung zu Grunde, dass

1 Aeq. Rohrzucker	bei der	4 Aeq. Kohlensäure = 88
$C_{12}H_{11}O_{11} = 171$	Gährung liefert	2 „ Alkohol = 92

Die älteste Gährungsmethode besteht darin, die Menge und Stärke des erhaltenen Alkohols nach Abdestilliren desselben durch das Alkoholometer zu bestimmen; dieses sehr umständliche Verfahren ist nicht mehr im Gebrauch.

Leichter ist die Methode ausführbar, wenn man die Menge der entweichenden Kohlensäure bestimmt. Man wendet hierzu den alkalimetrischen Apparat von Fresenius und Will (vergl. S. 210) an. Ist die Gährung beendigt, so wird Luft durch den Apparat gesogen und dann der durch das Entweichen der Kohlensäure entstandene Verlust bestimmt, welcher mit

$^{171}/_{88}$ = 1,9432 multiplicirt die Menge des Rohrzuckers ($C_{12}H_{11}O_{11}$)
$^{180}/_{88}$ = 2,04545 „ „ „ der Glycose ($C_{12}H_{12}O_{12}$)

giebt. Man bestimmt auch die Kohlensäure durch die Gewichtszunahme eines mit Kali gefüllten Apparates oder in Form von kohlensaurem Baryt, indem man die Kohlensäure durch eine ammoniakalische Lösung von Chlorbarium strömen lässt.

Physikal. Bestimmung. Auf physikalischem Wege bestimmt man den Zucker, indem man die optischen Eigenschaften des Zuckers beobachtet. Der Rohrzucker, die Glycose und das Dextrin lenken die Polarisationsebene nach rechts, der Schleimzucker nach links. Nach der Grösse der Drehung, die eine Flüssigkeitsschicht von bestimmter Höhe an der Polarisationsebene hervorbringt, lässt sich der Gehalt der Flüssigkeit an den genannten Körpern beurtheilen. In Bezug auf ihr Drehungsvermögen findet man bei den wichtigsten Zuckerarten folgendes Verhältniss:

Rohrzucker	+ 42°,
Glycose	+ 33°,
Milchzucker	+ 33°,
(Dextrin	+ 86°).

Der Schleimzucker (Chylariose) lenkt nach links ab.

Zur Einführung des Polarisationsapparates in die gewerbliche Praxis haben namentlich der Mechaniker Soleil durch Construction eines sehr zweckmässigen Instrumentes für die optische Saccharimetrie, und Clerget durch zahlreiche Versuche beigetragen. In Deutschland haben sich Ventzke und Mitscherlich durch ihren in den Rübenzucker-

fabriken Deutschlands häufig benutzten Polarisationsapparat um die optische Zuckerprobe höchst verdient gemacht. Es lässt sich jedoch nicht läugnen, dass die optische Saccharimetrie mit jedem Tage mehr an Bedeutung verliert, da sie eigentlich nur für wenige Fälle überhaupt anwendbar ist, und selbst hier durch modificirende Einflüsse von Temperatur u. s. w., wie neuere Beobachtungen zeigen, wesentlich beschränkt wird.

Darstellung des Zuckers aus den Rüben.

Die Gewinnung des Saftes aus den durch Waschen gereinigten Rüben kann auf folgende Weise geschehen:

1) durch das Reib- und Pressverfahren, wobei die Rüben zerrieben werden und der Rübenbrei ausgepresst wird;

2) mit Hülfe von Centrifugen, indem man aus dem Rübenbrei den Saft durch Centrifugalkraft ausschleudert;

3) durch Maceration oder Levigation der frischen oder grünen Rüben;

4) durch Maceration der getrockneten Rüben.

Ein jedes dieser Verfahren hat seine Vorzüge und Schattenseiten, das erste ist jedoch das bei weitem gebräuchlichere, weil es am schnellsten zum Ziele führt. Diese Verarbeitung der Rüben (die Campagne) beginnt gewöhnlich im September oder October und geht fort bis zum Februar oder März.

1. *Das Reib- und Pressverfahren.* Die Rüben werden vor ihrer Verwendung von anhängender Erde, allen überflüssigen Theilen u. s. w. befreit, was theils durch Putzen und Ausschneiden, theils durch Waschen geschieht.

Eine der gebräuchlichsten Waschmaschinen ist die von Champonnois, wesentlich aus einer um ihre Axe drehbaren hölzernen oder eisernen Lattentrommel bestehend, die bis höchstens zur Hälfte ihres Durchmessers in einem Troge liegt, in welchem sich so viel Wasser befindet, dass die Trommel etwa 8 Zoll in dasselbe eintaucht. Die Trommel macht etwa acht Umdrehungen in der Minute. Seitlich befindet sich ein Rumpf, durch welchen die Rüben in die Trommel gelangen. Während des Umdrehens, wodurch die Rüben von aller anhängenden Erde befreit werden, gelangen sie an das Ende der etwas abwärts geneigten Trommel auf eine schraubenähnlich gewundene Schaufel, welche sie emporführt und auf eine schiefe Lattenfläche bringt, wo sie Arbeiter in Empfang nehmen und mit Hülfe von Messern von den Köpfen, den schadhaften und holzigen Stellen befreien. Die gewaschenen Rüben dürfen nicht lange aufbewahrt werden; am besten bringt man sie von der Waschmaschine sofort auf den Reibapparat. Auf 1000—1200 Ctr. Rüben per Tag (24 Stunden) rechnet man 2 Pferdekraft bei einer Länge der Waschtrommel von 10—12 Fuss und 3 Fuss Durchmesser mit 30—40 Umdrehungen in der Minute.

Die Rübe ist ein Aggregat von Zellen, in denen der Zuckersaft sich befindet. Um letzteren zu gewinnen, müssen die Zellen zerrissen und geöffnet werden. Von dem mehr oder weniger vollkommenen Zerreiben hängt zum grossen Theile die Ausbeute und der Ertrag an Zucker ab, denn findet das Zerreiben nicht vollständig statt, so bleiben zahlreiche Zellen ungeöffnet, aus denen dann selbst die besten Pressen den Saft nicht auszupressen vermögen.

Anfänglich benutzte man zum Zerreiben der Rüben Handreiben, welche zum fabrikmässigen Betriebe sich indessen nicht eigneten, selbst wenn die Reibeisen auf Walzen befestigt wurden.

Gegenwärtig wendet man allgemein die Thierry'sche Reibmaschine an, welche Fig. 160 (siehe folg. Seite) in perspectivischer Ansicht zeigt, wobei man sich den Reibcylinder in dem Mantel *u* denken muss. Der Reibcylinder (in seinen wesentlichen Theilen Fig. 161 abgebildet) besteht aus einem $1^1/_2$—2 F. langen Cylinder von $2^1/_2$—3 F. Durchmesser, dessen Peripherie so mit Sägeblättern besetzt ist, dass von diesen nur die Zähne über die dazwischen angebrachten Holzstücke hervorstehen. Statt hölzerner Walzen, wie sie früher gebräuchlich waren, wendet man jetzt zur Herstellung des Cylinders zwei eiserne Scheiben an, von der in der Zeichnung 161 angedeuteten Einrichtung, so dass 250 Sägeblätter, mit hölzernen Leisten abwechselnd, eingesetzt werden können. Die Drehung des Cylinders geschieht durch die Riemenscheibe *a*. *t* ist ein Trichter zum Zulassen von Wasser,

i ist der kastenförmige Rumpf, in welchen die zu zerreibenden Rüben kommen; der Rumpf ist gewöhnlich getheilt, so dass die Rüben abwechselnd in der einen und andern Abtheilung vorgeschoben werden. Um die Rüben gegen den Reibcylinder anzudrücken, wendete man

Fig. 160.

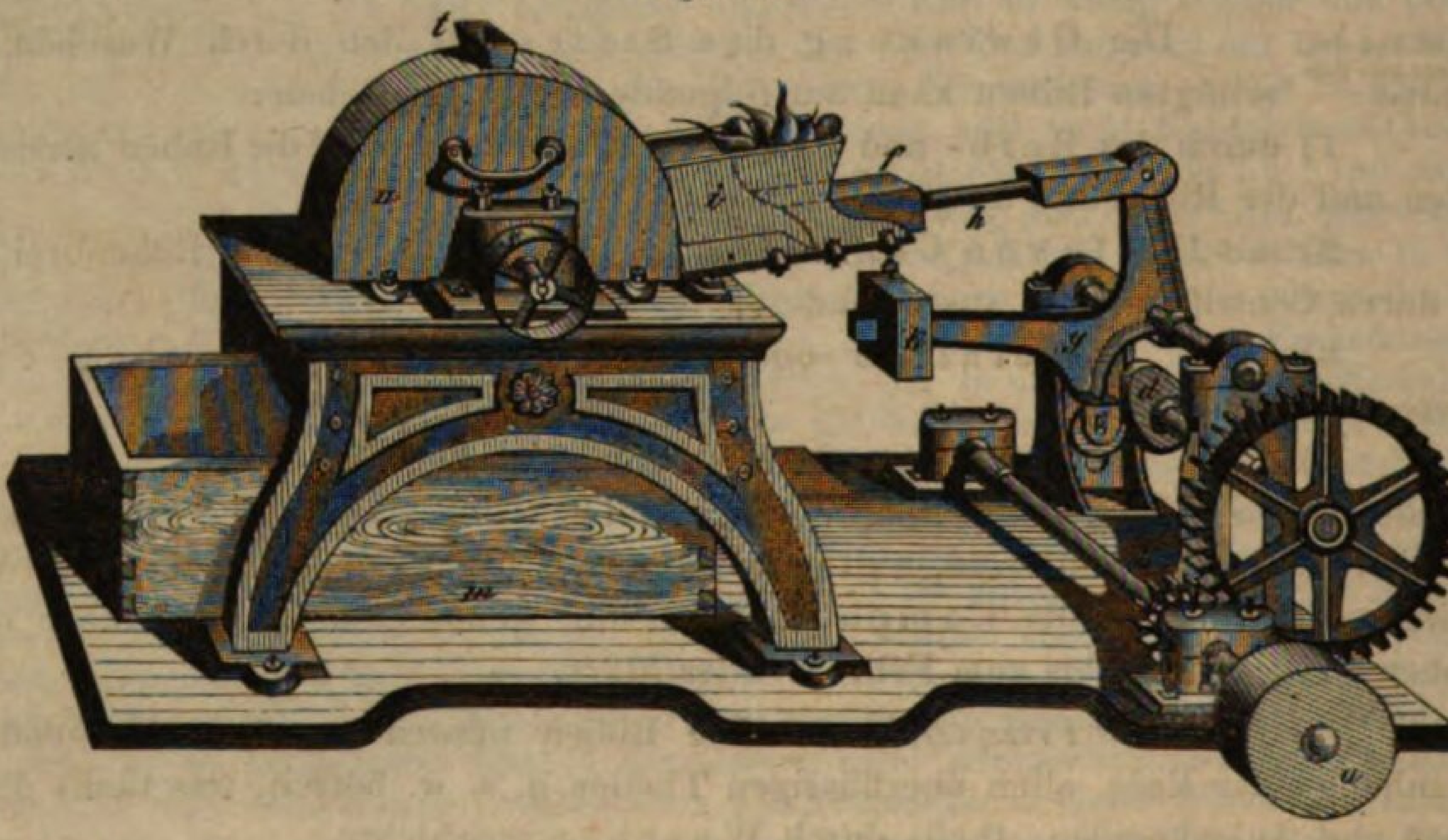
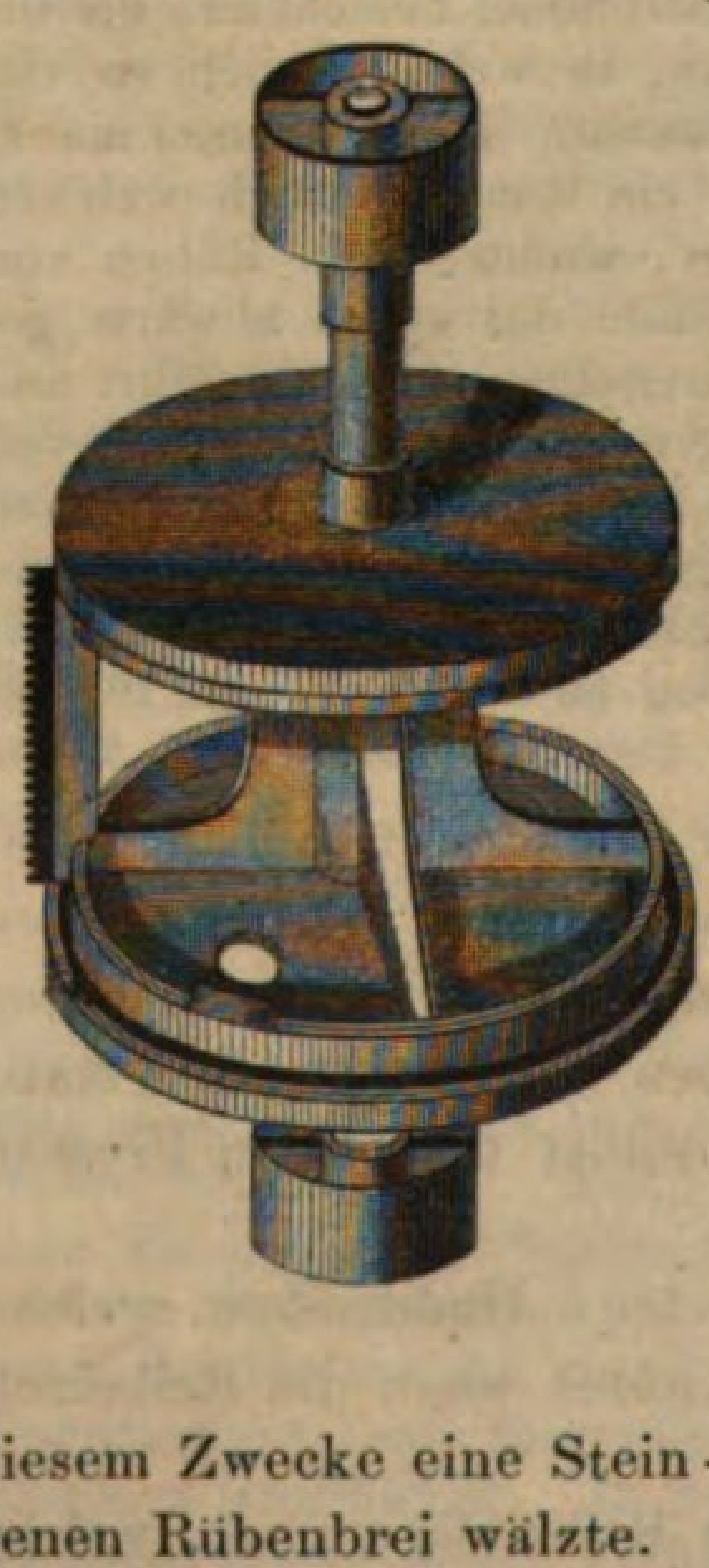


Fig. 161.



früher Handarbeiten an, gegenwärtig bedient man sich dagegen mechanischer Vorrichtungen (sogenannter Poussoirs), welche auf verschiedene Weise in Bewegung gesetzt werden. Eine sehr gebräuchliche derartige Vorrichtung ist in der Zeichnung zu sehen. Durch die Riemenscheibe *a* und das Getriebe *b* wird das Rad *c* und das Excentrik *d* gedreht, welches mit Hülfe der Rolle *e* auf den Hebel *g*, die Stange *h* und das Poussoir *f* einwirkt, und dasselbe nach vollendeter Wirkung zurückzieht. Der Druck auf die Rüben wird demnach weniger durch den Mechanismus, als vielmehr durch das Gewicht *k* bewirkt. Der um den Reibcylinder herumliegende Mantel verhindert das Umherschleudern des Breies, welcher von einem Troge aufgenommen wird. Der Cylinder erhält 1000—1200 Umdrehungen in der Minute, wodurch er eine Leistungsfähigkeit von 800—1000 Centner Rüben in 24 Stunden erhält. Als Betriebskraft für die Reibmaschine rechnet man auf 1000 Ctr. Rüben 8—10 Pferdekraft. Theils zur Erleichterung des Reibens, theils auch, um einen feineren Brei zu gewinnen, leitet man während des Reibens durch den Trichter *t* etwas Wasser auf den Reibcylinder.

Der durch die Reibmaschine erhaltene Rübenbrei wird sofort ausgepresst. Achard benutzte zu diesem Zwecke eine Stein- oder Eisenwalze, die über den in Leintücher eingeschlagenen Rübenbrei wälzte. Von allen Arten Pressen, die später versucht wurden, ist man endlich bei der hydraulischen oder Bramah'schen Presse stehen geblieben, welche auf dem bekannten hydrostatischen Gesetze beruht, dass der Druck in einer Flüssigkeit sich nach allen Richtungen hin gleichmässig fortpflanzt.

Der Rübenbrei wird in Tücher geschlagen oder in Säcke gefüllt und darin flach ausgebreitet zwischen Geflechten oder Blechplatten in der Presse zu einem Stapel aufgeschichtet. Als Zwischenlagen gestatten Weiden- oder Rohrgeflechte ein schnelles Abfliessen des Saftes und daher ein gleichmässigeres Pressen, als Blechplatten. Die Grösse der Pressfläche ist der Grösse der Kuchen entsprechend; die Kraft, mit der die Presse wirkt, ist 500—600 Pfd.

auf jeden Quadratzoll Pressfläche. Sobald die Presse mit der gehörigen Anzahl von Pressschichten (25—50) beschickt ist, stellt man die Communication zwischen den Druckpumpen und dem Presscylinder her und beginnt das Pressen; unterdessen wird die zweite Presse entleert und von Neuem beschickt. Der ausgepresste Saft fliesst auf die Pressplatte, an deren Umkreise eine Rinne mit Abzugsrohr sich befindet, durch welche der Saft entweder in einen Saftbehälter oder direct in die Läuterungspfannen fliesst. Meistens findet ein wiederholtes Pressen der Kuchen statt, da durch einmaliges Pressen nur aus sehr feinem Brei in sehr dünnen Schichten eine genügende Menge Saft erzielt werden kann. Da man während des Reibens der Rüben und des Auspressens des Rübenbreies Wasser zugiebt, so lässt sich selbstverständlich die Saftausbeute nicht aus der Quantität des gewonnenen Saftes ermitteln, sondern nur aus dem Gewicht der Presslinge. Geben 100 Centner Rüben 18 Centner Pressrückstände, so war die Ausbeute an Saft 82 pCt. Als einen guten Durchschnittsertrag betrachtet man indessen schon 80 pCt. (anstatt 96 pCt., welche in der Rübe sich finden).

Presslinge. Die bei Anwendung von hydraulischen Pressen gewonnenen Pressrückstände oder Presslinge bestehen aus der Rübenschale, der Cellulose, dem Pektin, den unlöslichen Proteïnsubstanzen, sowie aus den Bestandtheilen desjenigen Theiles des Rübensaftes, welcher durch Pressen nicht entfernt werden konnte. Sowie sie die Presse verlassen, erscheinen sie in Gestalt eines ziemlich trockenen, zusammenhängenden Kuchens von einigen Linien Dicke. Untersuchungen über die Presslinge hat E. Wolff in Hohenheim ausgeführt.

Pressrückstände von Hohenheim.

	Frische Rüben	Die Rübe gepresst mit 20 pCt. Wasser.	14 pCt. Wasser.	ohne Wasser.
Wasser	81,56	68,01	67,92	65,94
Asche	0,89	5,47	5,74	5,28
Cellulose	1,33	6,25	6,04	6,68
Zucker	11,88	7,86	7,58	6,72
Proteïnkörper	0,87	1,05	1,67	11,02
Sonstige Nährstoffe	3,47	11,36	11,05	14,31

100 Th. vorstehender Rüben lieferten 23,2 Th. Presslinge und 76,8 Th. Saft von folgender Zusammensetzung:

	Presslinge. 23,2	Saft. 76,8
Wasser	15,61	65,95
Asche	1,27	?
Cellulose	1,47	—
Zucker	1,72	10,17
Kohlenhydrate	2,84	0,63
Proteïnkörper	0,28	0,58
	23,20	76,80

Ausser zum Mastfutter hat man die Pressrückstände zur Bereitung von Branntwein und Essig, sowie neuerdings als Material zur Herstellung von Papier anzuwenden vorgeschlagen. In letzterer Hinsicht sollen sehr gute Resultate erzielt worden sein.

2. *Saftgewinnung mit Hülfe von Centrifugen.* Vor einiger Zeit und auch neuerdings wieder hat man vorgeschlagen, den Saft aus dem Rübenbrei mit Benutzung der weiter unten zu beschreibenden Centrifugalmaschinen — in der Regel Centrifugen oder Schleudern genannt — herauszuschleudern. Man erhält auf diese Weise nach Frickenhaus 50—60 pCt. Saft; den Rest soll man gewinnen, indem man den mit Wasser angerührten Rückstand noch zweimal in der Centrifuge behandelt. Um nicht zu sehr verdünnte Säfte zu erhalten, wird der dünne Saft zur Maceration von zuckerreicherem Rübenbrei benutzt. Die Praxis hat sich günstig über diese Methode der Saftgewinnung ausgesprochen.

Die Leistung einer Schleuder von 3 Fuss Durchmesser und 1½ Fuss Höhe ist zu 100 Centner per Tag anzunehmen. Die Arbeitskraft ist geringer als bei der Presse, namentlich ist die Ausgabe für die Presstücher hierbei ganz vermieden. Die Kraft, mit welcher obige Schleuder auf den Saft wirkt, ist 5,1 Atmosphäre, wodurch gegen 60 pCt. Saft erzielt werden. Der Rest wird durch Verdrängen mittelst Wasser bei dem verminderten Drucke von 1,8 Atmosphären herausgeschleudert; die Quantität des zugesetzten Wassers

beträgt 50—60 pCt. des Rübenquantums; von diesen 50 pCt. bleiben 20 pCt. in den Rückständen, während 30 Proc. in den Läuterkessel übergehen. Die übrigen Verhältnisse müssen entscheiden, ob der Mehraufwand an Brennstoff durch die Mehrausbeute an Zucker mehr als gedeckt wird.

3. *Saftgewinnung durch Maceration der grünen Rüben.* Statt die Rüben zu Brei zu reiben und diesen dann auszupressen — ein Verfahren, dessen grosse und schwer zu beseitigende Mängel der Verlust an Zucker (welchen man bei 84 pCt. Saftausbeute auf 11 pCt. Saftmenge veranschlagen kann), das grosse Anlagekapital für die Pressen, der Aufwand an Arbeits- und Maschinenkraft und grosse kostspielige Reparaturen sind — hat man seit einer Reihe von Jahren das sogenannte Macerationsverfahren in Vorschlag gebracht.

Der Umstand, dass die Maceration der Rübenschnitte äusserst langsam erfolgt und bei erhöhter Temperatur vor sich geht, wobei der Saft leicht eine nachtheilige Veränderung erleiden kann, hat in neuerer Zeit (1853) Schützenbach veranlasst, aus den zerriebenen Rüben durch Digestion mit kaltem Wasser den Saft zu gewinnen. In wissenschaftlicher Hinsicht verdient das Schützenbach'sche Verfahren alle Beachtung, in der Praxis dagegen hat es den gehegten Erwartungen nicht immer entsprochen. Man wirft demselben vor, dass es nur bei der sorgfältigsten Manipulation, wie sie in der Praxis nicht immer möglich ist, eine grössere Ausbeute gäbe, als das Pressverfahren, und das leicht Störungen des Betriebes bei demselben eintreten.

4. *Saftgewinnung durch Maceration getrockneter Rüben.* Die Rüben werden nach dem von Schützenbach eingeführten Verfahren zuerst gereinigt und dann zur Schneidemaschine gebracht, welche so eingerichtet ist, dass durch allmälige Einwirkung einer Anzahl vertikal stehender Messer und einer horizontal auffallenden Schneideklinge die Rüben zu Parallelepipeden zertheilt werden, welche unter dem Einflusse der Luft sich zusammenbiegen und nicht mehr aneinander haften. Das Trocknen geschieht in Trockenräumen mit bis auf etwa 50° erhitzter Luft. Die Rübenschnitte gehen ununterbrochen über endlose Gewebe, die in dem Trockenraume horizontal gelagert sind. Die Luft wird auf ähnliche Weise wie in den Malzdarren erhitzt. Die getrockneten Rüben werden entweder zu Pulver zermahlen oder im ungemahlenen Zustande verarbeitet. Im ersteren Falle macerirt man 4 Th. Rübenmehl mit 9 Th. Wasser, welches mit etwas Schwefelsäure oder schwefliger Säure angesäuert worden ist, und stumpft dann die Säure mit Kalk ab. Nach dem zweiten gewöhnlicheren Verfahren feuchtet man die trockenen Rübenschnitte mit dünner Kalkmilch an, füllt sie in geschlossene Cylinder und laugt sie hier mit Wasser von 80° aus. Die weitere Verarbeitung des Saftes bietet nichts Eigenthümliches dar.

Hinsichtlich des Werthes der Schützenbach'schen Saftgewinnungsmethode hat sich in vielen Gegenden Deutschlands die Ueberzeugung gebildet, dass der Kostenaufwand für die beiden Operationen des Trocknens und Auslaugens weit grösser ist, als für die directe Verarbeitung der grünen Rübe, ohne in Menge und Güte des gewonnenen Produktes eine Entschädigung zu gewähren. Dennoch kann es Fälle geben, wo diese Industrie mit Nutzen betrieben werden mag. Sie gewährt den Vortheil, das ganze Jahr regelmässig fortarbeiten zu können, und gestattet eine vortheilhafte Benutzung des Anlagecapitals und des Arbeits- und Aufsichtspersonals.

Die Läuterung des Rübensaftes.

Der durch Auspressen gewonnene Rübensaft färbt sich an der Luft tintenartig und es scheidet sich ein schwarzer flockiger Niederschlag aus. Je mehr freie Säure der Saft enthielt, desto weniger leicht tritt die Färbung ein und der Saft erscheint in diesem Falle mehr roth gefärbt. Der Saft ist nicht nur eine Lösung von Zucker, sondern eine Lösung sämmtlicher löslicher Bestandtheile der Rübe, von welchen ausser dem Zucker die stickstoffhaltigen Substanzen und die mineralischen Bestandtheile zu beachten sind. Besonders die

ersteren sind es, welche unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft in Fermente übergehen und den Zucker in Milchsäure und andere Produkte überführen. Bis jetzt ist es noch nicht gelungen, den gelösten Zucker von allen diesen Verunreinigungen zu befreien. Man sucht zuvörderst nur diejenigen zu entfernen, welche der Herstellung von reinem Zucker am meisten hinderlich sind oder durch welche er seine Krystallisationsfähigkeit einbüssen würde. Die angebrachte Abscheidung dieser schädlichen Stoffe ist die Aufgabe der Läuterung.

Das jetzt fast allgemein eingeführte Läuterungsverfahren ist folgendes: Zuerst wird der Saft möglichst rasch und gleichmässig erhitzt, damit die im Safte vorhandene freie Säure keinen nachtheiligen Einfluss auf den Zucker ausübe und die Eiweisssubstanzen coaguliren. Das Erhitzen geschieht am zweckmässigsten in kupfernen Läuterungs- oder Defecationskesseln mit doppeltem Boden. Sobald durch Erhitzen des Saftes die Coagulation erfolgt ist, was gewöhnlich bei 85° geschieht, wird verdünnte Kalkmilch zugesetzt und innig mit dem Safte gemischt. Der Kalk sättigt die in dem Safte enthaltenen freien Säuren, dann scheidet er die stickstoffhaltigen Substanzen aus, welche so leicht zum Verderben des Saftes beitragen können, oder zersetzt dieselben unter Ammoniakentwicklung. Der Kalk verbindet sich endlich mit einem Theile des Zuckers zu Zucker-Kalk. Von den durch den Kalkzusatz frei gemachten Basen werden Eisenoxydul und Magnesia gefällt, während Kali und Natron frei gemacht werden. Damit der Kalk hinlänglich wirken könne, wird, nach dessen Zusatze, die Temperatur durch Einlassen von Dampf erhöht. Die Menge des zuzusetzenden Kalkes ist von der Beschaffenheit der Rüben abhängig. In der Regel setzt man auf 100 Lit. Saft 1—2 Pfund Kalk zu oder auf 2 Centner Rüben 1 Pfund.

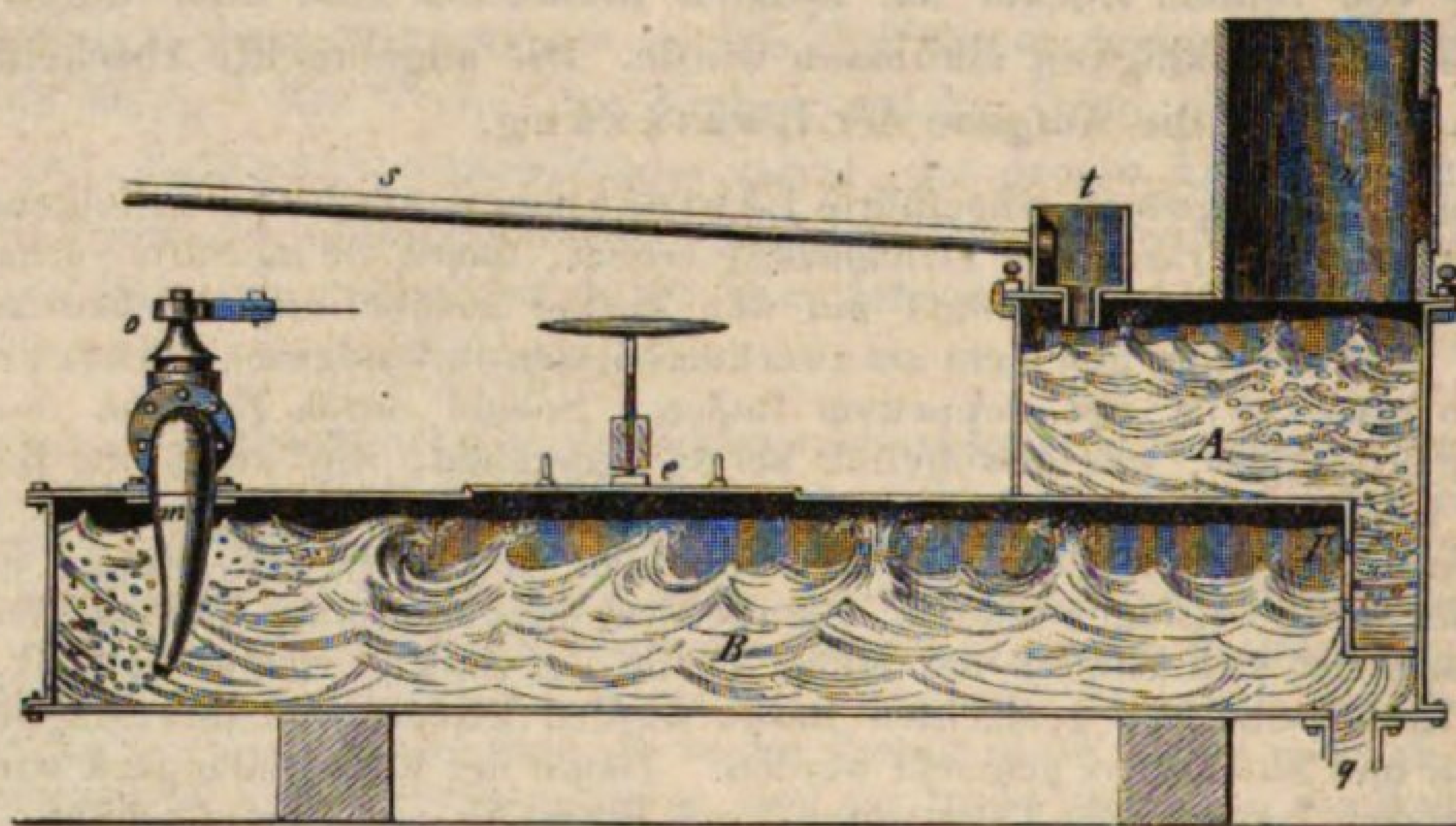
Entkalken des Saftes durch Kohlensäure.

Der geläuterte Saft ist keineswegs eine reine Zuckerlösung, sondern enthält ausser dem freien Zucker Zuckerkalk, freies Kali und Natron, etwas Ammoniak, geringe Mengen stickstoffhaltiger organischer Substanzen, deren Zersetzung durch die vorhandenen freien Alkalien beim weiteren Eindampfen sich durch Ammoniakentwickelung zu erkennen giebt, endlich Alkalisalze wie schwefelsaures und salpetersaures Kali. Die fernere Behandlung des geläuterten Saftes bezweckt nun die möglichste Entfernung dieser fremden Stoffe aus dem Safte, namentlich die Zersetzung des Zuckerkalkes. Der geläuterte Saft wird, nachdem er durch ein Kohlenfilter gelaufen ist, entweder sofort abgedampft, oder nach einem neueren, bereits sehr verbreiteten Verfahren, mit Kohlensäure behandelt, um den bei der Läuterung zugesetzten Kalk zu entfernen, welcher sonst bei der darauf nachfolgenden Filtration über Thierkohle beseitigt werden muss. Die Kohlensäure wurde zuerst 1811 von Barruel in Paris und später von Kuhlmann in Lille empfohlen, von Schatten und Michaelis aber im Grossen zum Entkalken des geläuterten Saftes angewendet. Der letztere erzeugt die Kohlensäure aus mit Wasser angerührter Schlämmkreide und Schwefelsäure, der erstere durch Verbrennen von Holzkohle.

In den deutschen Fabriken bedient man sich zum Zersetzen des Zuckerkalkes der Kleeberger'schen Pfannen; Fig 162 (s. folg. S.) zeigt eine solche im Durchschnitt. Sie ist von Gusseisen und kastenförmig. Die Kohlensäure wird, nachdem sie mittelst einer Lösung von kohlensaurem Natron und dann mit reinem Wasser gewaschen worden ist, durch das Rohr *m* in den Kasten *B* geleitet, welcher mit dem heissen Safte angefüllt ist. Das Rohr *m* spaltet sich in zwei engere auseinandergehende Röhren, wodurch das Kohlensäuregas besser zertheilt und der Saft besser bewegt wird. Das nicht absorbirte Gas, zum kleinen Theil aus Kohlensäure, zum grösseren aus Stickstoff bestehend, sammelt sich in *B* über dem Safte an und drängt denselben durch die Oeffnungen *P* in den oberen Raum *A*. Wenn dergestalt der Saft in *B* bis unter *P* gesunken ist, so geht das in *B* angesammelte Gas durch die Oeffnungen in *A* und nochmals durch den Saft, wo die Kohlensäure vollends absorbirt wird. Die nicht absorbirten Gase entweichen durch *n*. Nach beendigter Einwirkung des Kohlengases, daran zu erkennen, dass der Kalk gut abgeschieden und der Saft klar ist, schliesst man den Kohlensäurehahn *o* und lässt dann durch *k* den Saft in ein Reservoir fliessen, in welchem sich der kohlensaure Kalk absetzt. Der klare Saft wird dann zur weiteren Bearbeitung abgelassen.

Zur Reinigung des Entkalkungsapparates, namentlich zur Entfernung des abgeschiedenen kohlensauren Kalkes, dient die Oeffnung *e*. Der zu entkalkende Saft tritt durch das Rohr *s* und die Rinne *t* in den Apparat.

Fig. 162.



Andere Mittel zum Entkalken des geläuterten Rübensaftes.

Anstatt der Kohlensäure hat man zum Entkalken des geläuterten Rübensaftes eine grosse Anzahl von Mitteln vorgeschlagen, die zum grössten Theile in der Anwendung solcher Säuren oder Substanzen bestehen, welche mit dem Kalk des Zuckerkalkes unlösliche Verbindungen eingehen, ohne jedoch dabei den Zucker zu verändern. Die Oxalsäure würde zum Entkalken sehr passend sein, da der oxalsaure Kalk in der Zuckerlösung unlöslich ist; sie ist jedoch für jetzt noch viel zu theuer, der Niederschlag hat auch das Unangenehme, dass er äusserst fein ist und sich deshalb nur sehr langsam absetzt und ein Filtriren durch Beutelfilter nöthig macht. Auch die Phosphorsäure wurde zum Entkalken und zum Neutralisiren des alkalisch reagirenden Saftes angewendet. Der phosphorsaure Kalk scheidet sich in Flocken aus und kann leicht durch Filtriren durch eine dünne Schicht gekörnter Kohle getrennt werden. Vortheilhafter als die freie Phosphorsäure scheint das phosphorsaure Ammoniak zu sein, welches den Kalk fällt und die Alkalien neutralisirt, während das Ammoniak frei wird, das beim Erhitzen des Saftes entweicht. Die Oelsäure ist gleichfalls vorgeschlagen worden, welche mit einer Zuckerkalklösung zusammengeschüttelt, schon in der Kälte derselben den Kalk vollständig entzieht. Ebenso das Kieselsäurehydrat und das Casein. Acar setzt zu dem geläuterten Safte Pektinsäure, welche mit dem Kalke zu unlöslichen pektinsaurem Kalke zusammentritt.

Läuterung mit SO_2.

Ausser den im Vorstehenden genannten Substanzen, welche dem Safte nach der Läuterung mit Kalk behufs der Entkalkung zugesetzt werden, giebt es noch eine Anzahl solcher, die vor dem Kalk oder neben demselben dem Saft beigemischt werden und den Zweck haben, die Läuterung vollständiger als mit Kalk oder ohne denselben auszuführen, oder mindestens den Saft so weit zu reinigen, dass bei der darauf folgenden Filtration durch Thierkohle beträchtlich an Kohle gespart werde.

Hier sei zunächst die schweflige Säure angeführt, von welcher man sich in der Zuckerfabrikation grosse Dinge versprach. Bereits im Jahre 1810 empfahl Proust, den schwefligsauren Kalk gegen die schnell eintretende Gährung des Zuckerrohrsaftes anzuwenden; 1829 erhielt Dubrunfaut ein Patent auf die Behandlung des Rübensaftes mit schwefliger Säure vor der Läuterung mit Kalk. Im Jahre 1849 hat Melsens in Brüssel diesen Gegenstand wieder aufgegriffen und die Anwendung von zweifach schwefligsaurem Kalk empfohlen. Bei 100° scheidet der zweifach-schwefligsaure Kalk die meisten Proteïnsubstanzen aus ihren Lösungen ab; er wirkt nicht allein gährungswidrig, sondern demnach auch als kräftiges Läuterungsmittel. Die in den Rüben fertig gebildet vorkommenden Farbstoffe werden durch die schweflige Säure nur maskirt, aber nicht zerstört; sie widersetzt sich dagegen der Färbung des Rübensaftes durch die Luft vollkommen und bleibend. Melsens glaubt, das man bei Anwendung seines Mittels bei der Gewinnung des Zuckers aus Zuckerrohr von der Gefahr der eintretenden Gährung nicht mehr bedrängt, die Pfannenfeuerung durch eine Art Sonnengradirung, ja selbst durch Gradirung auf wirklichen Gradirhäusern ersetzen könne. Bei den Rüben fand er grössere Schwierigkeiten, besonders weil die übeln Folgen ihres beträchtlichen

Gehaltes an Salzen durch schwefligsauren Kalk nicht zu heben sind. Dagegen scheint ihm ein Zusatz desselben zum ausgepressten Brei die Möglichkeit einer völligen Erschöpfung, durch systematische Auswaschung in sichere Aussicht zu stellen. Er glaubt auch, dass der schwefligsaure Kalk die Knochenkohle entbehrlich machen werde. Die durch Melsens in Aussicht gestellte Vereinfachung verliert jedoch durch zwei Umstände wesentlich an Werth. Erstlich behält der fertige Zucker einen schwefligen Geschmack bei, welcher nur durch starkes Decken, wobei 10 pCt. abgehen, durch längeres Aussetzen des zerstossenen Brotes an die Luft oder in einer ammoniakalischen Atmosphäre entfernt werden kann. Zweitens fragt es sich, ob die Presslinge mit schwefligsaurem Kalke behandelter Rüben noch als Futter anwendbar sind. Die von Melsens bekannt gegebenen Vorschläge wurden von Dumas in einer Weise bevorwortet, welche eine totale Umwälzung der bisherigen Zuckerfabrikation, ein Aufhören der Fabriken von Knochenkohle und eine folgenschwere Vermehrung der Zuckerausbeute erwarten liess. Von allen Hoffnungen jedoch, die sich an Melsens' Methode knüpften, ist bis jetzt noch keine erfüllt worden.

Läuterung mit Baryt.

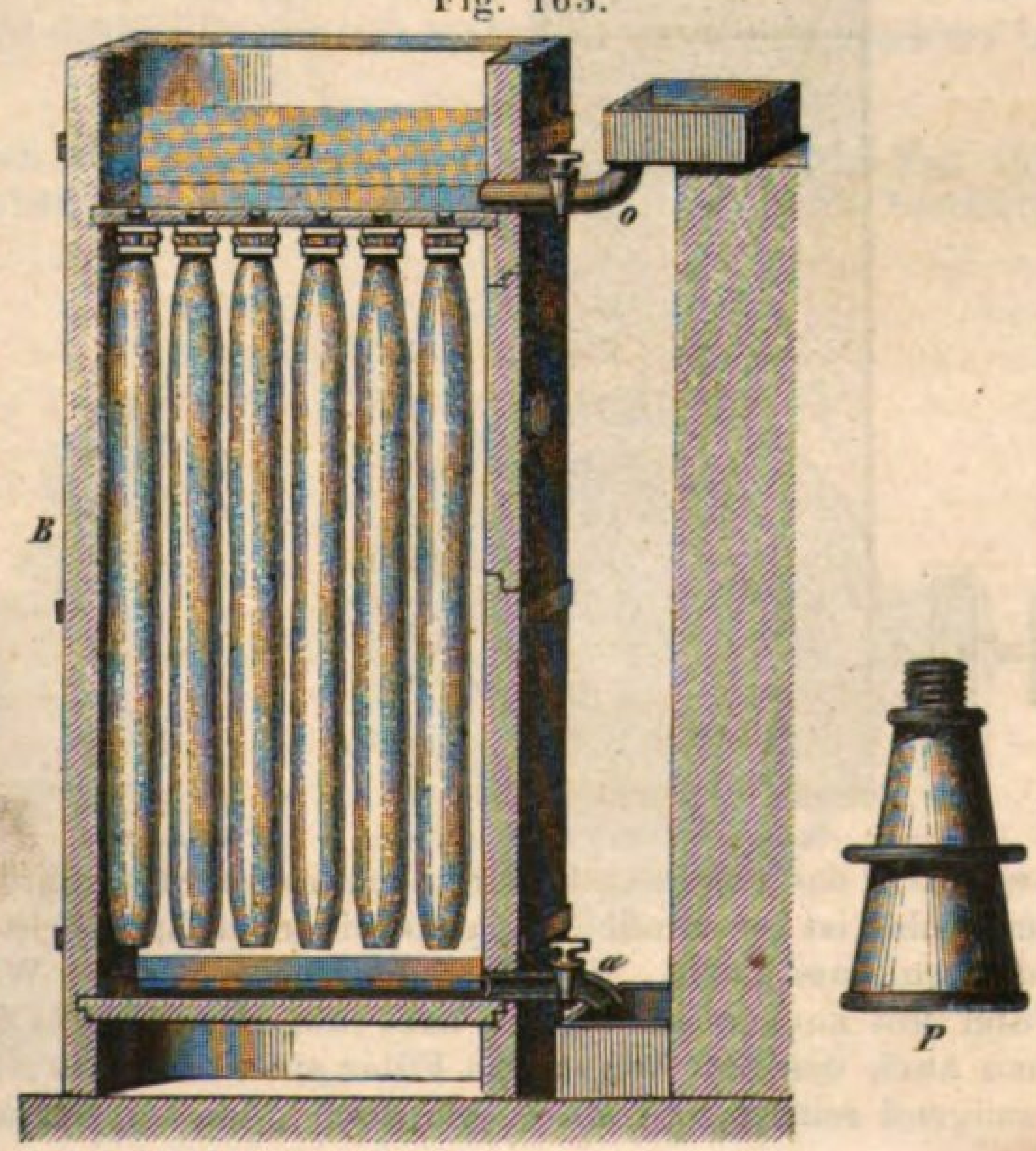
Die bisher abgehandelten Methoden der Abscheidung des Zuckers aus dem Rübensafte beruhen darauf, dass die fremden Substanzen, welche den Zucker begleiten, in eine unlösliche Form oder Verbindung übergeführt werden, also auf einer Abscheidung dieser Stoffe von dem Zucker. Das Umgekehrte, nämlich die Abscheidung des Zuckers von den fremden Stoffen bezweckt das vor etwa 15 Jahren in Frankreich patentirte Verfahren von Dubrunfaut und de Massy, das sich auf die Eigenschaft des Baryts gründet, mit Rohrzucker in der Siedehitze eine unlösliche Verbindung von Zucker-Baryt $C_{12}\,H_{11}\,O_{11}$, BaO zu bilden. Man versetzt den bis zum Sieden erhitzten Saft mit so viel Aetzbaryt, als nöthig ist, um allen Zucker zu fällen. Der sich als Niederschlag ausscheidende Zucker-Baryt wird von der Flüssigkeit, worin alle übrigen Substanzen gelöst bleiben, getrennt, dann in reinem Wasser suspendirt und durch Kohlensäure zersetzt. Man erhält einerseits reine Zuckerlösung, welche wie gewöhnlich verkocht wird, und andererseits kohlensauren Baryt, welcher wieder auf Aetzbaryt verarbeitet wird Nachdem der Zucker-Baryt durch Kohlensäure zersetzt worden ist, wird die Lösung filtrirt und mit etwas Gyps versetzt, wo in Folge doppelter Zersetzung die geringe Menge des noch gelösten kohlensauren Baryts als schwefelsaures Salz und der Gyps als kohlensaurer Kalk ausgeschieden wird.

Filtra und Siedepfannen.

Ehe wir die weitere Behandlung des geläuterten und entkalkten Saftes beschreiben, wenden wir uns zu der Einrichtung der Filter und Siedepfannen.

Die Filtra. Nachdem Lowitz die Eigenschaft der Holzkohle entdeckt hatte, entfärbend auf gefärbte Flüssigkeiten zu wirken, wurde die Kohle zuerst im Jahre 1798 zur Entfärbung der Melassen in den Zuckerraffinerien benutzt. Später wurde nachgewiesen, dass das Entfärbungsvermögen der Thierkohle (Knochenkohle, Beinkohle) das der Holzkohle weit übertreffe. Lange Zeit wendete man sie nur als feines Pulver an, später im gekörnten Zustande. Nach der älteren Methode erhitzte man den Kohlenstaub mit dem abgedampften Safte und entfernte ihn daraus wieder durch einen Zusatz von Blut, wie dies noch jetzt bei dem Raffiniren des Rohrzuckers theilweise gebräuchlich ist.

Fig. 163.



Zur Abscheidung des entfärbten Saftes von den Kohletheilchen u. s. w. benutzt man häufig die 1825 von Taylor angegebenen Filter, welche Fig. 163 im Durchschnitt abgebildet sind. In einem, mit Thüre versehenen und mit Kupferblech ausge-

fütterten Kasten, befinden sich zwei durch einen Querboden getheilte Abtheilungen. In der oberen *A* befindet sich der zu filtrirende Saft, in der unteren *B* die Filtrirvorrichtung und der filtrirte Saft. Die Filtrirbeutel sind Schläuche aus Baumwollzeug, und stecken in leinenen Beuteln der Art, dass sie möglichst viele Falten bilden. Die messingenen Mundstücke der Beutel (siehe *P*) werden in die Oeffnungen des Querbodens eingeschraubt. Ueber dem Boden der unteren Abtheilung befindet sich ein Hahn *a* zum Ablassen des filtrirten Saftes. In die obere Abtheilung gelangt der Saft durch das Rohr *o*. Das zuerst Ablaufende ist meistens trübe und muss nochmals zurückgegossen werden. Die Poren der Filter verstopfen sich sehr bald und die letzteren müssen deshalb öfters ausgewechselt werden.

Dumonts Filter. Pajot des Charmes war es, welcher im Jahre 1822 die Knochenkohle in die Filter brachte und die Entfärbung mit der Filtration verband. Diese Versuche blieben unbeachtet, bis Dumont 1828 die für die Zuckerindustrie so wichtige Entdeckung machte, dass das Entfärbungsvermögen der Thierkohle bedeutend vermehrt werde, wenn man sie im gekörnten Zustande und in dicken Schichten anwende. Er entfernte von der Kohle allen Staub, so dass nur noch grob gepulverte Kohle zurückblieb; er construirte dann ein Filter — das Dumont'sche Filter — in welchem die gekörnte Kohle sich gänzlich in die Flüssigkeit eingetaucht fand. Diese Art der Anwendung der Kohle gestattet es, nach dem Gebrauche die aufgenommenen Verunreinigungen durch das sogenannte Wiederbeleben wieder daraus zu entfernen, wodurch die Kohle auf's Neue brauchbar wird. Nur durch diesen Umstand ist es möglich geworden, die Thierkohle in den Zuckerfabriken in der erforderlichen Menge anzuwenden.

Fig. 164 zeigt den Verticaldurchschnitt, Fig. 165 den Horizontaldurchschnitt des Dumont'schen Filters. Das eigentliche Filter besteht aus einem hohen Gefässe *A l* mit einem Siebboden *b b*, über welchem die gekörnte Kohle aufgeschichtet wird. Oberhalb und unten seitwärts (bei *C*) sind dicht zu verschliessende Oeffnungen zum Eintragen und Entleeren der Kohle vorhanden. Wendet man Kohle von verschiedener Korngrösse und ungleicher Wirksamkeit an, so kommt in den unteren Theil die wirksamere und in den oberen die gröbere. Auf die Kohle wird ein feuchtes Tuch gebreitet und ein kupferner Siebboden *c c* gelegt. Gewöhnlich werden mehrere Filter von einem Vorrathsbehälter *D* aus mit Saft gespeist. Mit Hülfe des Hahnes *d* wird der Saft in die Filter *A* gebracht. Damit er darin gleich hoch stehe und unter gleichem Drucke hindurchgehe, ist mit dem Ausflussrohr ein Hahn mit Schwimmern *e* verbunden. Der durch die Kohle gehende Saft kann in die untere Abtheilung des Filters nicht gelangen, ohne die darin befindliche Luft auszutreiben, welcher letzteren ein Ausweg durch das zu diesem Behufe angebrachte Steigrohr *t* angewiesen ist Der Siebboden unter der Kohle ist gewöhnlich noch mit einem Rohrgeflecht bedeckt, darauf kommt ein leinenes oder wollenes Tuch. Nachdem die Kohle in ihrer Wirkung erschöpft ist, süsst man die Filter mit kochendem Wasser aus, um allen Zucker daraus zu gewinnen. Zuweilen leitet man auch den Saft von einem Filter auf ein zweites, falls das erstere den Saft nicht mehr genügend reinigt und die Kohle doch noch Unreinigkeiten aufzunehmen vermag.

Fig. 164.

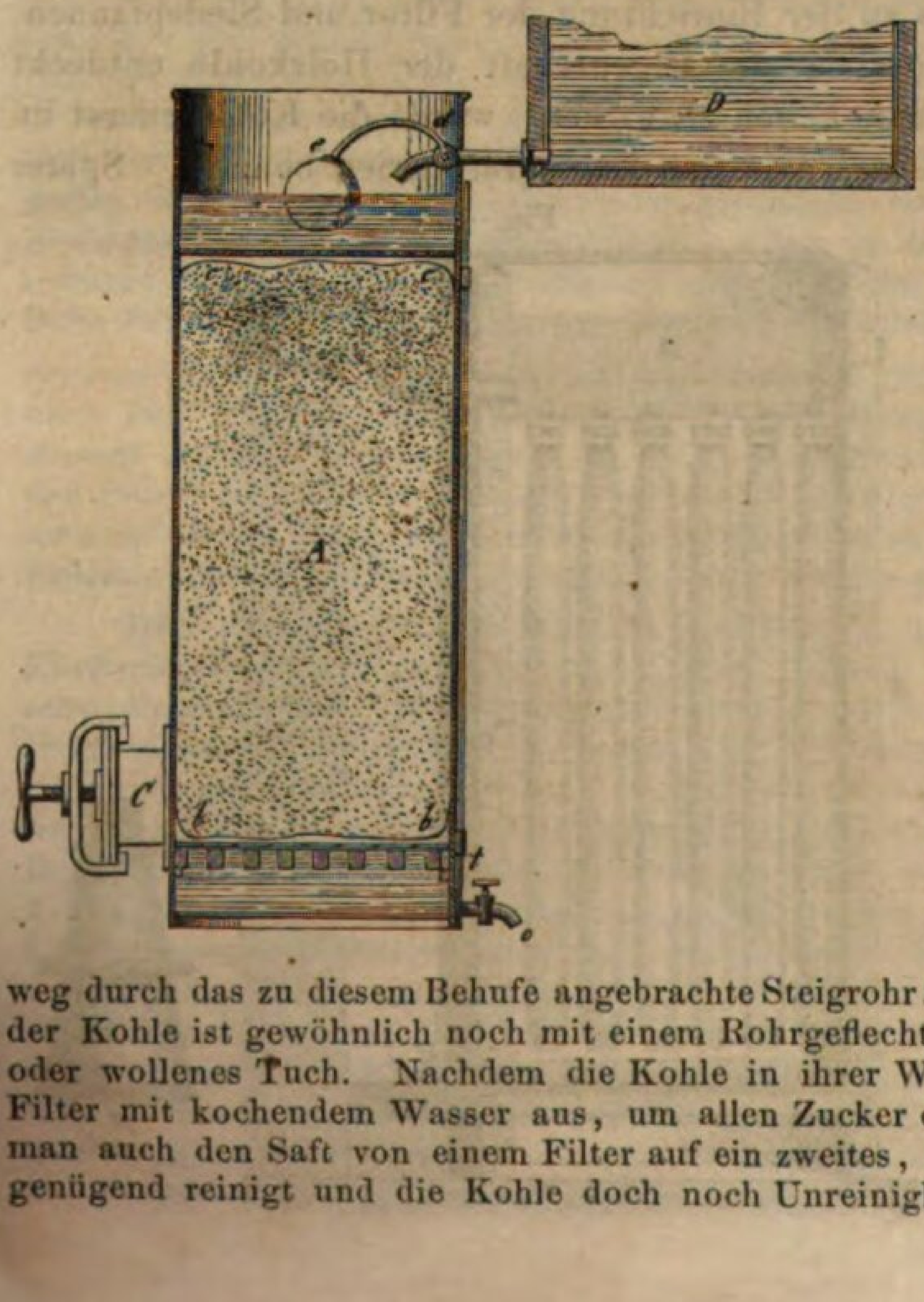
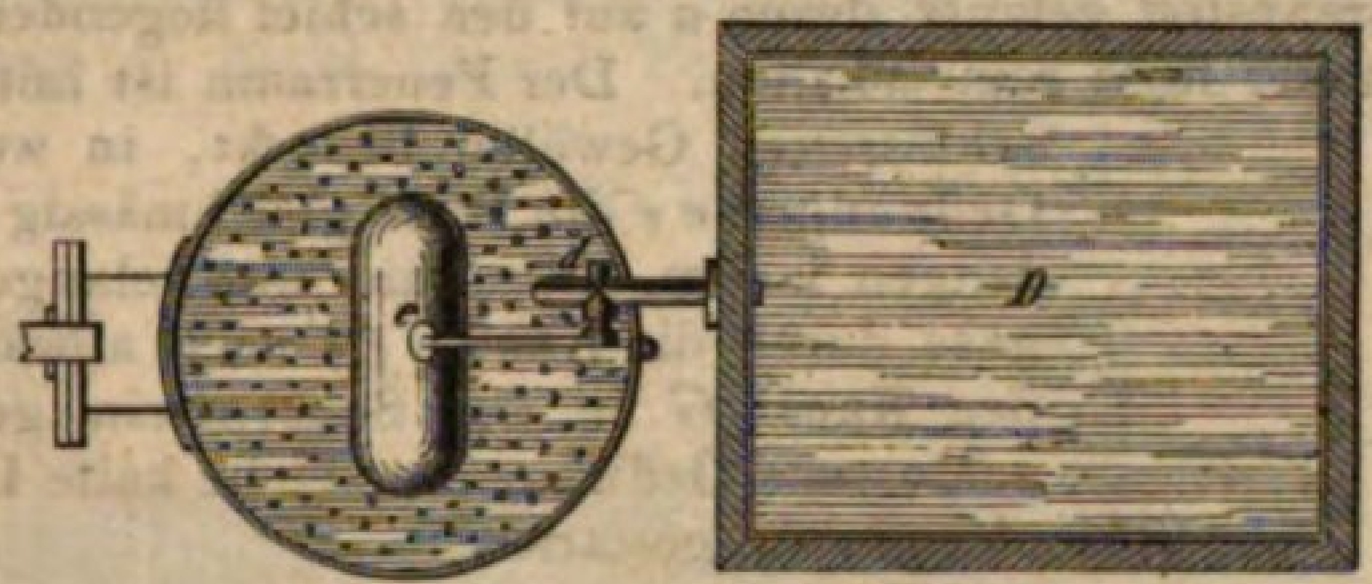


Fig. 165



Pfannen. Die Pfannen, welche zum Abdampfen des filtrirten Saftes und zum Einkochen des Klärsels dienen, lassen sich, je nachdem man freies Feuer oder Dämpfe oder heisse Luft zum Erhitzen benutzt, je nachdem unterbrochen oder continuirlich, bei gewöhnlichem oder vermindertem Luftdrucke gearbeitet wird, hinsichtlich der Art des Verdampfens eintheilen in solche, die

I. bei *gewöhnlichem Luftdrucke* arbeiten, und zwar
 a) über freiem Feuer als feststehende und Schaukel- oder Kipppfannen, oder
 b) mit Hochdruckdampf und
 c) mittelst erwärmter Luft;

II. bei *vermindertem Luftdrucke* (Vacuumpfannen). Der luftverdünnte Raum wird erzeugt
 a) mit Hülfe der Luftpumpe,
 b) durch die Toricelli'sche Leere,
 c) mittelst Dampf und Condensation desselben oder
 d) durch Combination von a und b.

Die Pfannen sind theils auf periodischen, theils auf continuirlichen Betrieb eingerichtet.

Was die Abdampfpfannen, die aus Kupfer bestehen, *über freiem Feuer* betrifft, so hat man bei ihrer Construction nicht allein auf ökonomische Verwendung des Brennstoffs, sondern auch auf den Einfluss derselben auf die Qualität der Produkte und auf leichte Ausführung der Arbeit zu sehen. Ein grosser Uebelstand beim Verdampfen über freiem Feuer ist die Gefahr der Ueberhitzung des von der Zuckerlösung nicht bedeckten Randes und die Schwierigkeit, das Feuer schnell vermindern zu können, wie es beim Entleeren der Pfannen nöthig ist, wenn nicht ein Theil des Zuckers in Caramel übergeführt werden soll.

Diese Uebelstände werden durch eine Fig. 166 im Verticaldurchschnitt und Fig. 167 im Grundrisse der Feuerung abgebildete Construction der Feuerung, zum Theil beseitigt.

Fig. 166.

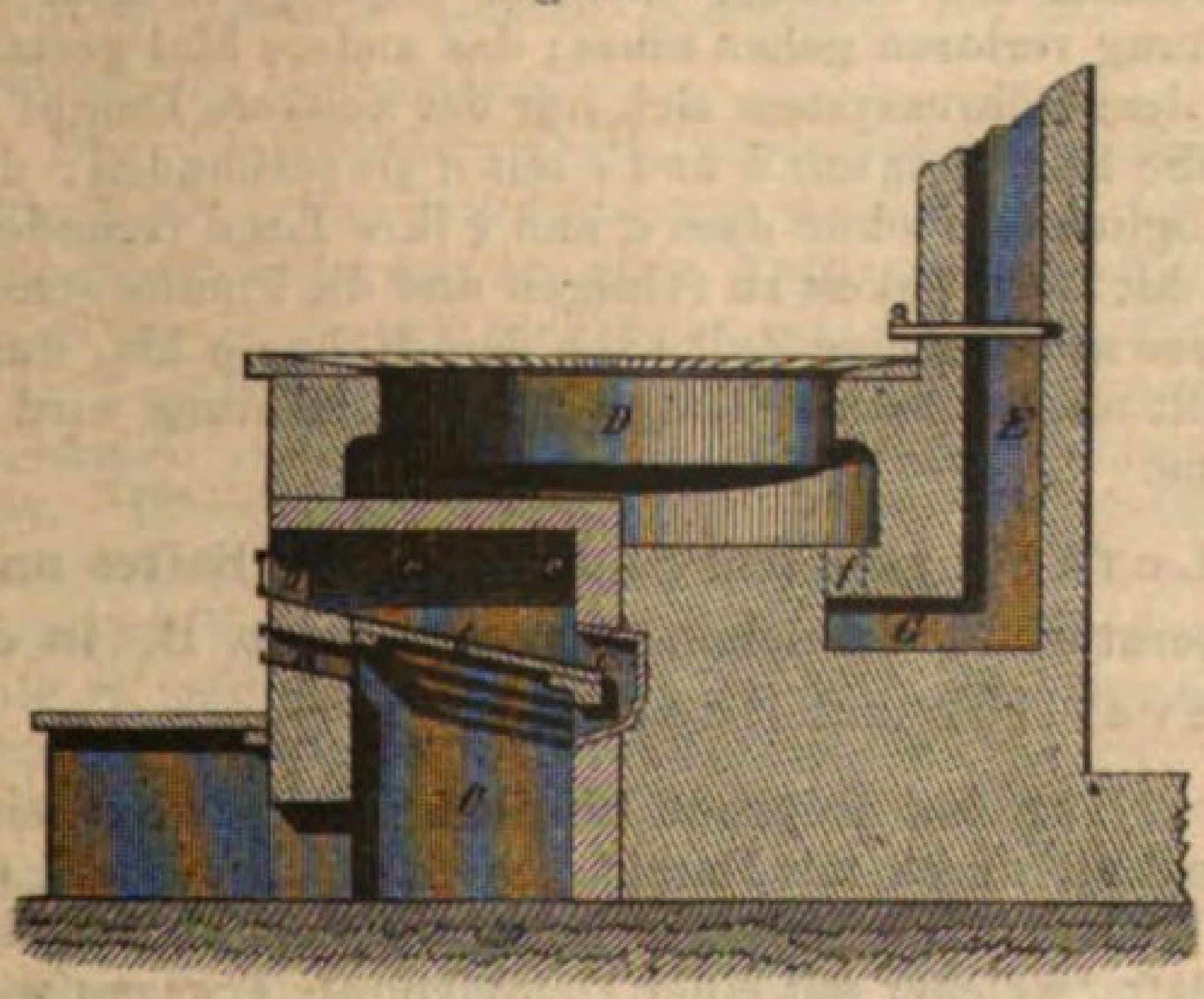
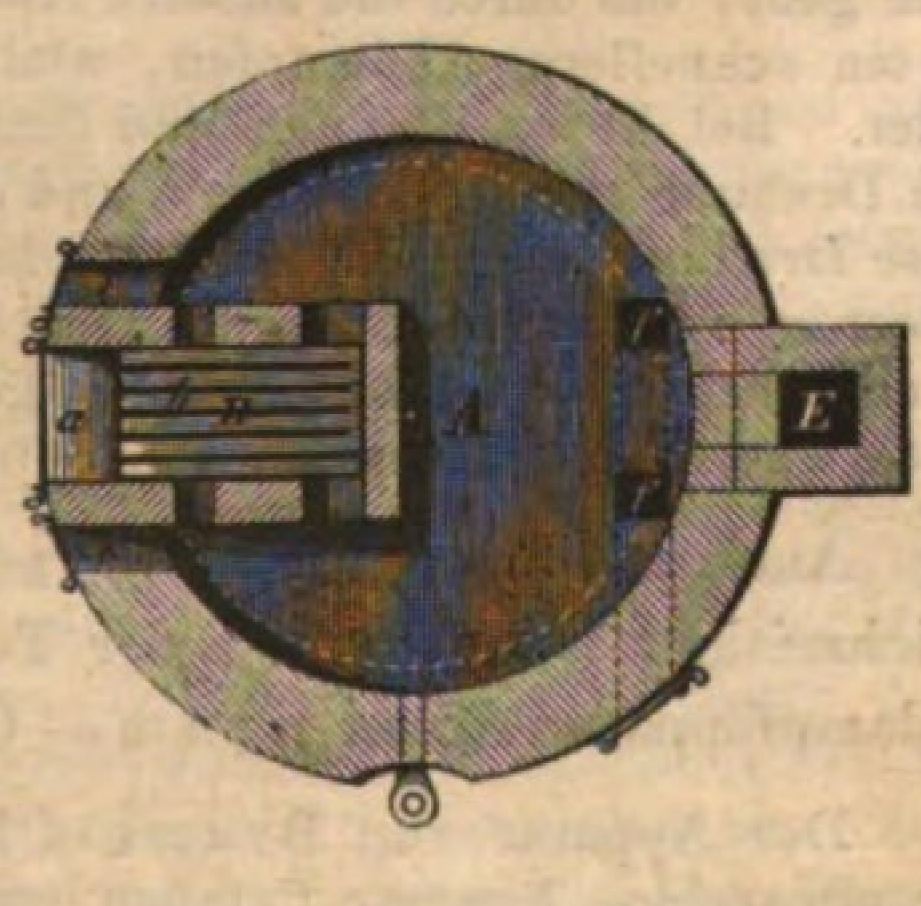
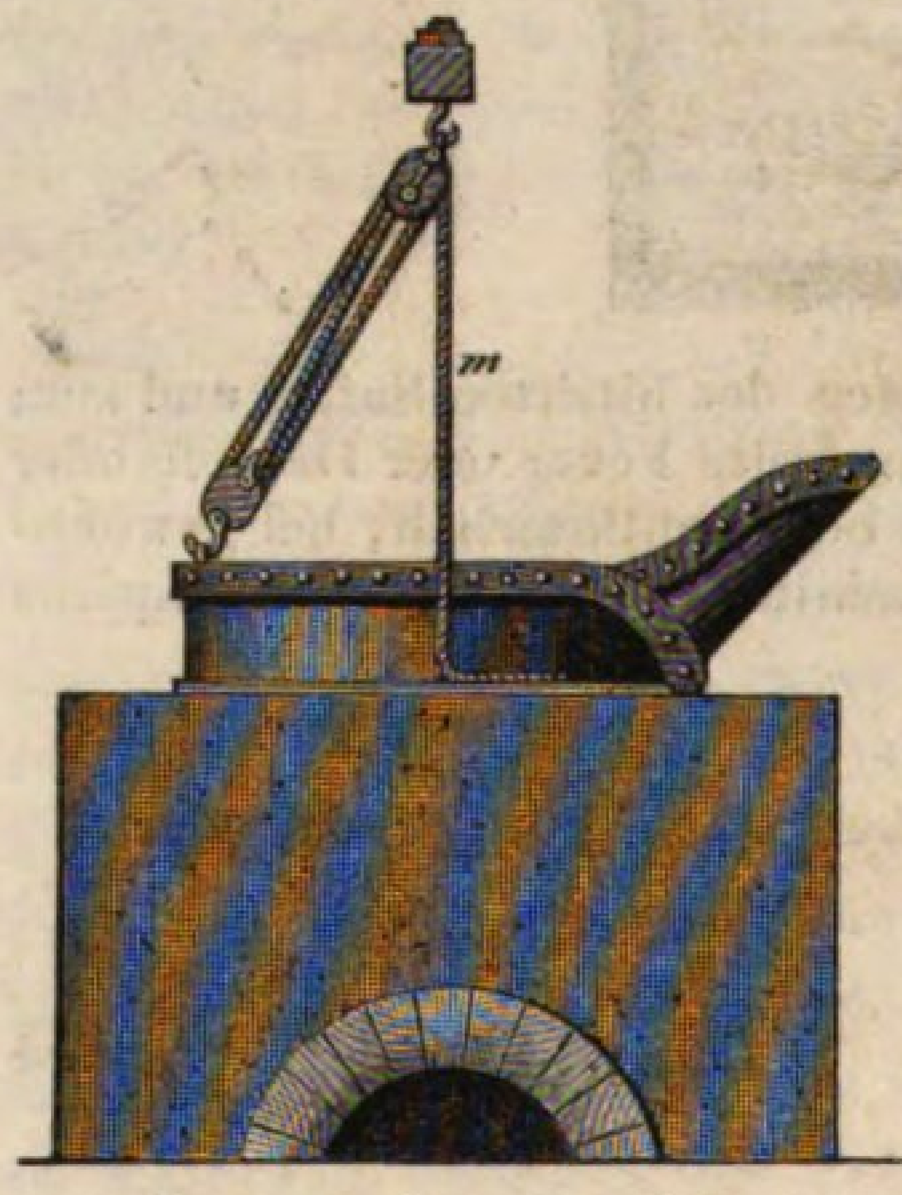


Fig 167.



D ist die Abdampfpfanne, *A* der Herdraum, *B* der Feuerraum, *C* der Aschenfall, *E* der Schornstein. Der Brennstoff gelangt durch *a* auf den schief liegenden Rost *b*. Durch die Oeffnung *d* lässt sich der Rost rein erhalten. Der Feuerraum ist mit einem oberhalb verschlossenen Gewölbe bedeckt, in welchem die seitlichen Oeffnungen *e e* die Hitze gleichmässig in den Herdraum gelangen lassen. Von hier aus gelangen die Verbrennungsgase durch die Kanäle *f f* nach abwärts und werden durch den Kanal *G* in den Schornstein geleitet. *l l* sind geschlossene Oeffnungen, welche kalte Luft in den Herdraum *A* zu leiten gestatten.

Fig. 168.



Leichter als in den feststehenden Pfannen ist das Entleeren der Zuckerlösung in den Kipp-, Schaukel- oder Schwungpfannen auszuführen. Sie sind flach, 10—12 Zoll tief, gehen (Fig. 168) in einen breiten Schnabel aus und sind um eine horizontal auf der Umfassungsmauer gelagerte Axe mittelst eines Hebels und Ketten beweglich. Hier wird das Feuer ununterbrochen unterhalten; hat der Saft die erforderliche Concentration erreicht, so hat der Arbeiter nur an dem Hebel *m* zu ziehen, und die Pfanne zu entleeren.

Sehr wirksam ist die auf *Anwendung von Wasserdämpfen* sich gründende Pfanne von Pecqueur, deren Einrichtung aus Fig. 169 u. 170 hervorgeht. Sie erscheint von oben gesehen länglich viereckig und an der einen schmäleren Seite abgerundet; auf dem Boden liegen rostähnlich die Dampfröhren. Der Dampf tritt durch das Rohr *a* in das weitere Rohrstück *b*, von welchem sechs gebogene Röhren den Dampf dem Rohrstücke zuführen, von

Fig. 169.

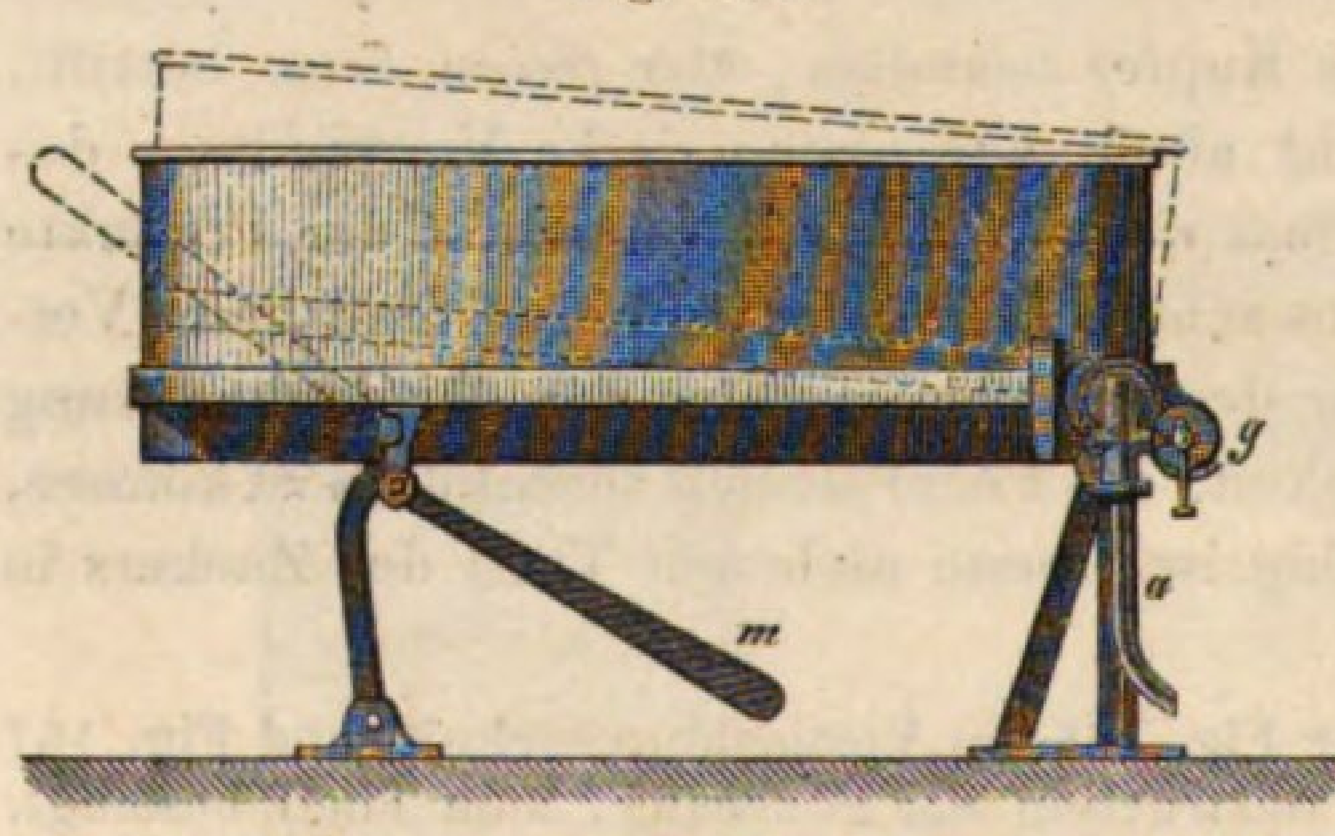
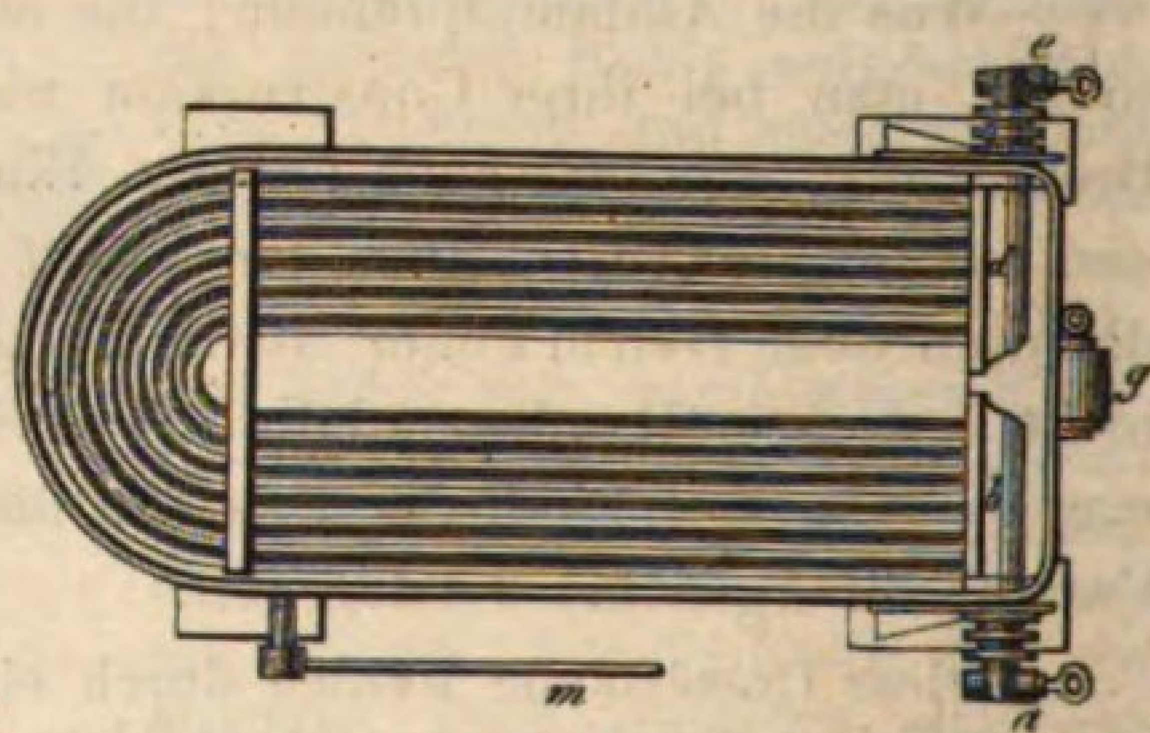


Fig. 170.



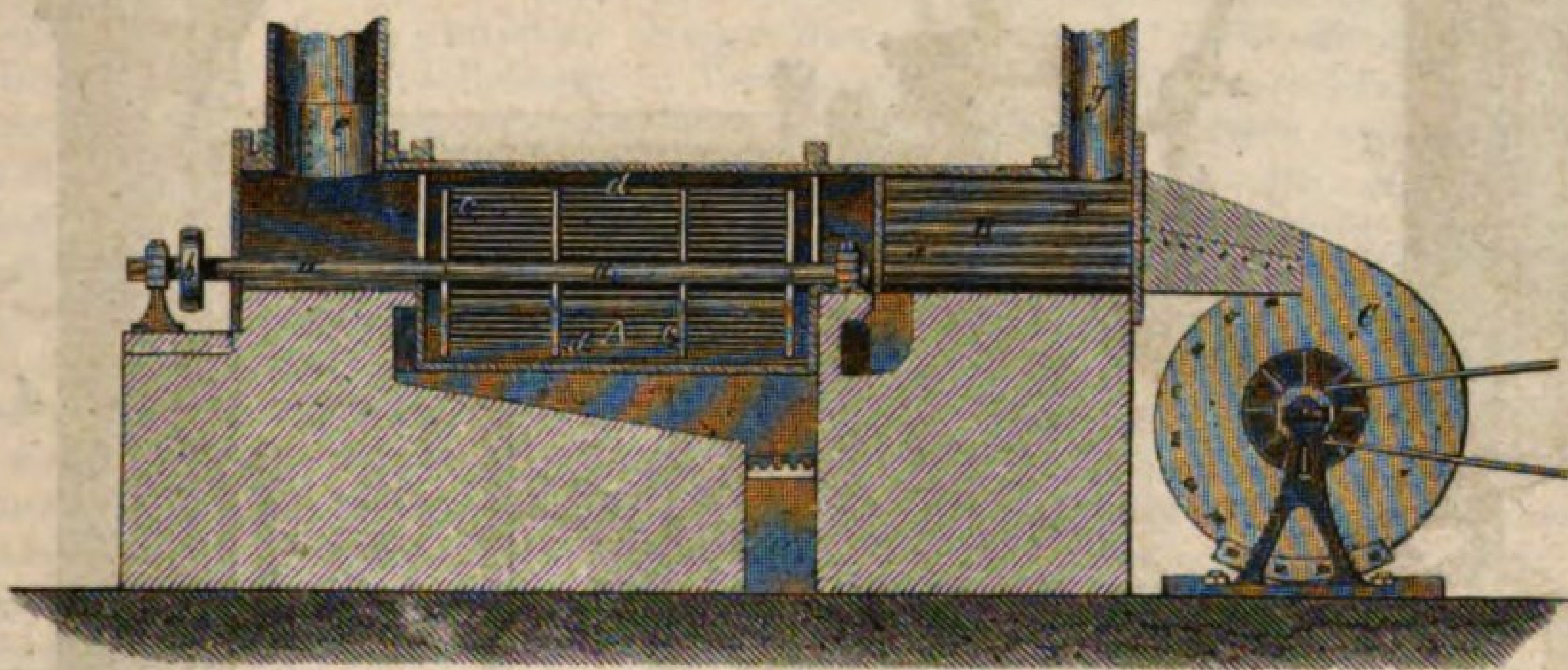
welchem aus das Condensations-Wasser durch das Rohr in den Dampfkessel zurückgeleitet wird. Diese directe Zurückleitung hat einmal den Vorzug, dass nur diejenige Wärme verloren geht, die durch die äussere Abkühlung verloren gehen muss; das andere Mal gestattet sie ein schnelleres Abdampfen, weil in dem Röhrensystem sich nur der heissere Dampf befindet. Bei diesen Pfannen sind ferner die Röhren *a* mit *b* und *e* mit *d* so verbunden, dass eine Drehung der Rohrstücke *b* und *d* möglich ist, ohne dass *a* und *e* ihre Lage verändern. Diese Drehungen erlaubt die Heizröhren mit Leichtigkeit zu reinigen und die Pfanne schnell zu leeren, welche mit Hülfe des Hebelarmes *m* um einige Zoll nach dem Hahne *g* hin, durch welchen der Saft ausfliesst, geneigt gestellt werden kann. Durch diese Einrichtung wird die Pecqueur'sche Pfanne eine Kipppfanne.

Auch mit Hülfe erwärmter Luft hat man das Abdampfen des Saftes unter gleichzeitiger Erniedrigung der Temperatur zu erreichen gesucht, so z. B. in den Abdampfapparaten von Brame-Chevallier und Péclet.

Der Apparat von Brame-Chevallier hat folgende Einrichtung: Mittelst einer Dampfmaschine bewegte Pumpen treiben Luft durch mit Dampf geheizte Röhren nach den offenen Abdampfpfannen mit doppelten Böden. Hier tritt sie heiss aus dem oberen siebähnlichen durchlöcherten Boden in den Saft, welcher mit einer Dampfspirale erwärmt wird. Die Luft vertheilt sich in kleinen Bläschen in dem Safte und entweicht dampfbeladen.

Die übrigen Abdampfpfannen, in denen erhitzte Luft zum Abdampfen benutzt wird, bieten nichts Eigenthümliches mit Ausnahme eines von Péclet beschriebenen Apparates (Fig. 171) Die Pfanne *A*, durch directes Feuer geheizt, ist oben mit einem gewölbten

Fig. 171.



Deckel verschlossen. Ueber der Pfanne liegt die Axe *a*, die inwendig mit Flügeln versehen ist, welche durch Leisten mit einander verbunden sind, über welche feine Metallsiebe so gespannt sind, dass dadurch mehrere ineinander steckende Walzen entstehen. Die durch den Saft zu treibende Luft wird in *B*, einem geschlossenen Raume, erhitzt, in welchem Röhren *f* liegen, welche, von der abgehenden Hitze des Ofens umgeben, die Luft, die der Ventilator *C* liefert, erwärmen. Die Luft kommt beim Drehen der Axe mit dem durch die Walzen gehobenen Safte in Berührung und dampft ihn ab. Die Wasserdämpfe entweichen durch *e*, die Verbrennungsgase durch *g*.

Vacuumpfannen. Die wichtigste Verbesserung in den Apparaten zum Eindampfen des Zuckersaftes ist ohne Zweifel die von Howard im Jahre 1812 eingeführte Anwendung des luftverdünnten Raumes, in welchem die Verdampfung weit leichter vor sich geht und das Sieden bei weit niedrigerer Temperatur erfolgt, als unter den gewöhnlichen Bedingungen, unter welchen das Sieden bei dem Drucke einer Atmosphäre von statten geht. Der niedrigste Siedepunkt des Klärsels in den Vacuumpfannen ist 46,1°C., die gewöhnliche Siedetemperatur 65,5—71,1°. Man entgeht dadurch der Gefahr, durch hohe Temperatur und gleichzeitige Einwirkung der Luft einen Theil des krystallisirbaren Zuckers in nicht krystallisirbaren oder gar in Caramel überzuführen. Ungeachtet ihrer Kostbarkeit und des zu ihrem Betriebe erforderlichen Aufwandes von mechanischer Kraft sind die Apparate, in denen das Verdampfen im luftverdünnten Raume geschieht — die Vacuumpfannen — gegenwärtig allgemein im Gebrauche.

Die wesentlichen Theile einer jeden Vacuumpfanne sind 1) die Kochpfanne und 2) eine Vorrichtung zum Entfernen der Luft und der erzeugten Saftdämpfe. Die Construction der Kochpfanne ist fast bei allen Apparaten gleich und die Abweichungen zeigen sich hauptsächlich nur in der Art und Weise, wie der luftverdünnte Raum hergestellt und erhalten wird.

In Frankreich sind die von Derosne construirten Apparate sehr verbreitet. In Deutschland sind sie durch einfachere und weniger kostspielige Einrichtungen längst verdrängt. Diese Vereinfachung wurde ermöglicht theils durch vervollkommnete Dampfmaschinen, theils durch Ersparniss an Brennmaterial und durch zweckmässige Einrichtung der Luftpumpe, in deren Folge dieselbe wieder Anwendung finden konnte. Fig 172 und Fig. 173 (s. folg. S.) zeigen einen in deutschen Zuckerfabriken sehr gewöhnlichen Abdampfapparat. Die Kochpfanne *B* besteht aus zwei luftdicht verbundenen Kugelsegmenten und ist oben mit einem Helm versehen, welcher durch das Rohr *l* mit dem Condensator *A* verbunden ist. Der Apparat wird durch Dämpfe, welche das Dampfrohr *r* und *s* liefert, geheizt. Der Dampf circulirt in der in der Pfanne befindlichen Spirale *g*. Der verkochte Saft wird durch Oeffnen des Hebelventils *f* durch das Rohr *o* in den untergesetzten Behälter *p* abgelassen. Wenn die Pfanne nach beendigter Kochung entleert ist und von Neuem gefüllt werden soll, so setzt

Fig. 172.

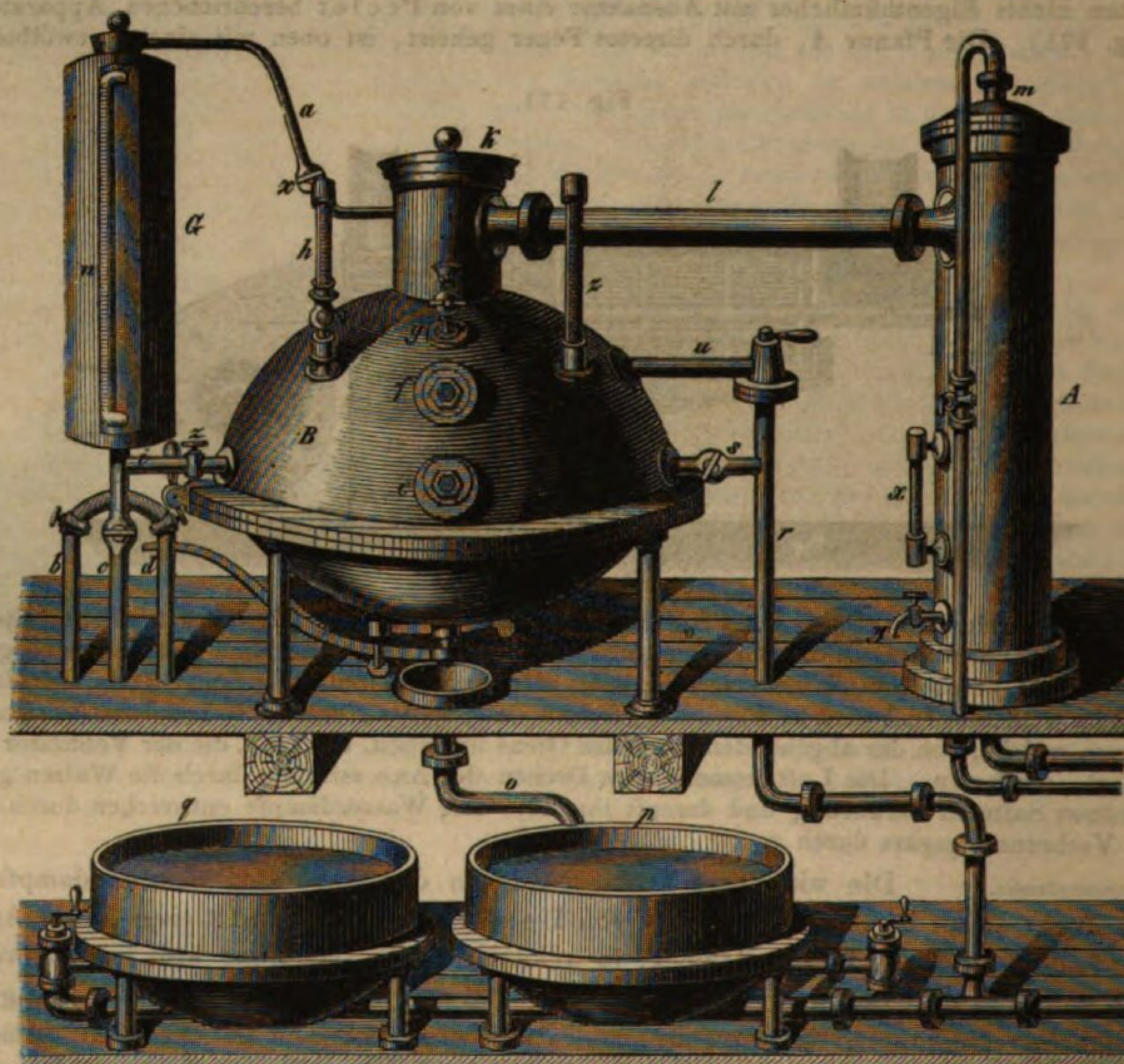
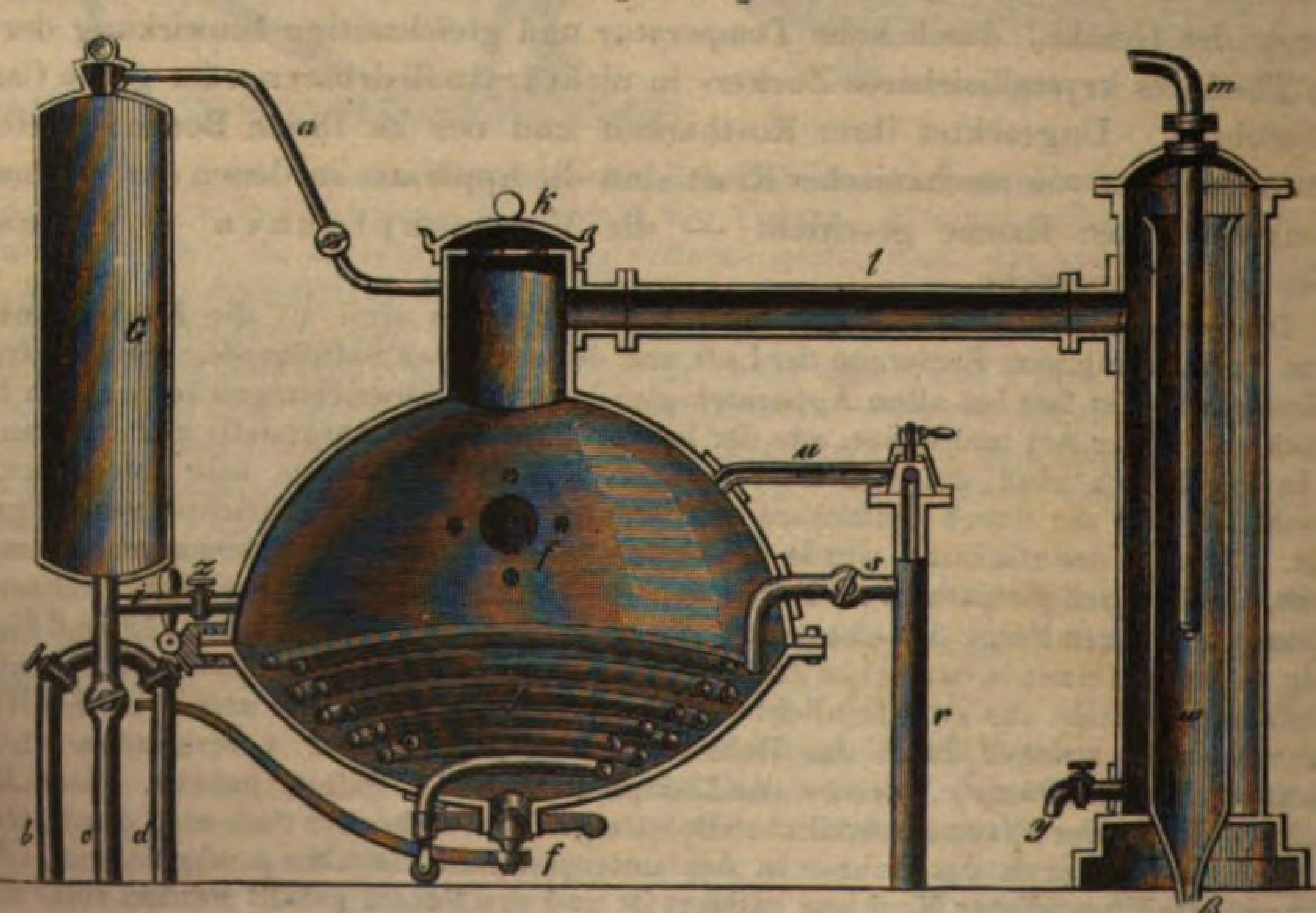


Fig. 173.



man sie mittelst des Rohres *l* und *w* mit einer Luftpumpe in Verbindung. Ist die Luft gehörig verdünnt, was man an dem Manometer *h* sieht, so kann man durch Oeffnen des Rohres, welches den Klärselbehälter mit der Vacuumpfanne verbindet, das Klärsel in Folge des Uebergewichtes des äusseren Druckes in die Pfanne treiben, so dass die Füllung durch Einsaugen von selbst vor sich geht. Zweckmässiger ist indessen die Einrichtung mit dem Messcylinder *G*, welcher die in die Pfanne zu bringende Quantität von Klärsel, Syrup oder auch Wasser genau zu messen gestattet. Dieser Messcylinder steht durch das Rohr *a* oben und durch *i* unten mit der Kochpfanne in Verbindung und ist mit einem Glasrohr *n* versehen, welches den Stand der Flüssigkeit anzeigt. Mit Hülfe der drei Röhren *b*, *c* und *d* kann man nach Belieben Klärsel, Syrup oder Wasser in den Messcylinder bringen. Mittelst des Rohres *u* kann man Dampf durch Kochpfanne und Condensator streichen lassen (ausblasen oder dämpfen), um zur Unterstützung der Luftpumpe die Luft schnell auszutreiben. Vermittelst des Probeziehers oder Stechers *e* lässt sich eine Probe des verkochten Klärsels nehmen. Der Hahn *g* ist der Fetthahn, durch welchen man, um das Aufschäumen des kochenden Saftes zu mässigen und dessen Uebersteigen zu verhüten, etwas Butter in die Pfanne bringen kann, *f* ist ein Mannloch, um den Apparat reinigen zu können. In der halben Höhe der Pfanne ist eine Scheibe aus starkem Spiegelglas eingesetzt, welcher eine zweite gegenüber steht, um den Gang des Kochens beurtheilen zu können. Der Condensator besteht aus dem Mantel *B*, welcher so eingerichtet ist, dass der möglicherweise übersteigende Saft sich nicht mit dem Wasser des Condensators mischt, sondern abgelassen wird. Das Rohr *x* zeigt die Höhe des Saftes in diesem Zwischenraume an. Durch das Rohr *m* gelangt kaltes Wasser nach dem Condensator und strömt darin das brausenartig gebildete Ende dieses Rohres aus. Das Thermometer *z* zeigt die Temperatur im Innern der Pfanne an.

Nachdem die Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt worden ist, öffnet man das Rohr *c*, welches zum Saftbehälter *q* führt, damit der Messapparat sich fülle. Dadurch, dass man *m* schliesst und *z* öffnet, gelangt der Saft in die Pfanne. Sobald dieselbe etwa zur Hälfte gefüllt ist, öffnet man das Dampfrohr *s*, wodurch der Inhalt der Pfanne rasch ins Sieden kommt. Darauf setzt man den Condensator in Thätigkeit. Die erzeugten Saftdämpfe treten durch *l* in den Condensator und werden in *w* schnell condensirt und mit dem Condensationswasser durch *β* abgeleitet. Zuweilen findet man auch die Trappe'sche Einrichtung, bei welcher die Toricelli'sche Leere Anwendung findet. Der Condensator ist in solcher Höhe angebracht, dass er etwa 32—33 Fuss über der Sohle des Fabrikgebäudes steht; von ihm reicht ein unten offenes Rohr bis in einen Wasserbehälter hinab, wo es durch Wasser geschlossen wird. Aus diesem Behälter fliesst dann das zugeleitete und verdichtete Wasser, wovon in dem Rohre nur so viel stehen bleibt, als dem Grade der Luftverdünnung in dem Apparate entspricht. Je nachdem man die Trappe'sche Vorrichtung als Luftpumpe benutzt oder nicht, spricht man von Condensation mit trockener Luftpumpe (nach Trappe) oder mit nasser. Bei Anwendung der trockenen Luftpumpe hat die gewöhnliche Luftpumpe nur die Luft zu entfernen, welche sich nach und nach aus dem Verdichtungswasser entwickelt. Im andern Falle hat sie auch das Wasser zu entfernen. Man hat durch die Trappe'sche Einrichtung den Vortheil einer grossen Ersparung an Triebkraft: die nasse Luftpumpe erfordert 2—3 Pferdekraft, die trockene kaum 1 Pferdekraft zu ihrem Betriebe; ferner hat man grössere Freiheit in der Zulassung des Verdichtungswassers. Die trockene Luftpumpe ist dagegen in ihrer Wirkung zuverlässiger. Als Luftpumpe wendet man zweckmässig eine sorgfältig gearbeitete zweistiefelige Saugpumpe an; arbeitet sie „nass", so muss alles Condensationswasser durch die Ventile hindurch; bei den trockenen Luftpumpen geht nur Luft, nie Wasser durch die Ventile.

Abdampfen des Saftes.

Wie schon früher angegeben wurde, bleiben nach dem Läutern und dem Entkalken ausser dem krystallisirbaren Zucker eine Anzahl Substanzen in dem Safte zurück, die auf die weitere Behandlung desselben von Einfluss sind. Neben dem Zucker als Zuckerkalk — da die Entkalkung vermittelst Kohlensäure nie bis zu Ende geführt wird — enthält der Saft freies Kali und Natron, etwas Ammoniak, gewisse stickstoffhaltige organische Substanzen, deren Gegenwart durch die beim Abdampfen hervortretende Ammoniakentwickelung zu bemerken ist, endlich eine nicht unbedeutende Menge von Alkalisalzen, z. B. schwefelsaures und salpetersaures Kali, Chlornatrium u. s. w. Ausserdem finden sich in dem Safte Chylariose und die Zersetzungsprodukte derselben durch den Kalk und die Alkalien — Humussubstanzen, welche den Saft bräunlich erscheinen lassen.

Das *Abdampfen des geläuterten Saftes* soll zunächst eine Concentration bezwecken, welche soweit fortzusetzen ist, bis der Saft von Neuem mit Vortheil gereinigt werden kann. Das Abdampfen muss möglichst rasch geschehen, da die Qualität des Zuckers durch eine längere Einwirkung einer höheren Temperatur um so mehr leidet, je unvollkommener derselbe geläutert wurde. Ehedem setzte man das Abdampfen des Saftes in der Regel bis zu 24—25° B. Dichte fort, ehe man ihn durch Thierkohle filtrirte. Gegenwärtig zieht man es vor, den Saft durch das erste Abdampfen nur soweit zu concentriren, als noch Ammoniakentwickelung zu bemerken ist, wozu meist eine Concentration bis auf 10—12° B. hinreicht. Nach der Beendigung der Ammoniakbildung, wodurch die gänzliche Zerstörung der stickstoffhaltigen Körper, die noch einen zerstörenden Einfluss auf einen Theil des Zuckers ausüben könnten, angezeigt ist, kann der Saft ohne Nachtheil seinen Kalk verlieren. Man wird daher um so früher zum Abdampfen schreiten können, je vollständiger die Zersetzung der stickstoffhaltigen Körper bei der Läuterung vor sich gegangen ist. Die zweite Reinigung geschieht durch Filtration über Kohle, welche die Aufnahme der färbenden Bestandtheile des Saftes, des Kalkes, eines Theiles der Alkalien und gewisser organischen Substanzen bezweckt. Wendet man die Kohlensäure zum Entkalken an, so kommt der über Knochenkohle filtrirte Saft fast kalkfrei zum Kochen.

Verkochen des Klärsels.

Nach der Filtration durch Knochenkohle gelangt der Saft, der jetzt Klärsel heisst, in die Kochpfanne, um verkocht zu werden. Normaler Saft verdampft schnell und lässt dabei durch das Zerspringen der Blasen ein eigenthümliches Knattern hören. Man spricht in diesem Falle von „*trocken sieden*“. Wirft der Saft grosse, schwere und trübe Blasen, siedet er „*fett*“, so hat derselbe eine fehlerhafte Beschaffenheit, eine Folge vorhandener freier Alkalien; durch vorsichtigen Zusatz von Schwefelsäure soll man diesen Uebelstand beseitigen können.

Als Zeichen der genügenden Concentration des verkochten Saftes wendet man verschiedene Proben an. Die Ermittelung des *specifischen Gewichtes* kann nicht maassgebend sein, weil einmal die Temperatur von grossem Einflusse auf die Dichte des Klärsels ist und dann auch bei gleicher Temperatur in Folge vorhandener Mineralsalze und anderer Unreinigkeiten nie aus der Dichte ein sicherer Schluss auf die richtige Concentration zur Abscheidung des krystallinischen Zuckers gezogen werden kann. Nur ganz allgemein lässt sich angeben, dass das Verkochen bei 40—42° B. (heiss ermittelt) fortgesetzt werden soll. Besser noch als die Dichte würde man den *Siedepunkt des Klärsels* zur Bestimmung der Concentration des Klärsels anwenden können, da der Siedepunkt des verkochten Klärsels bei 112—120° liegt, wenn nicht die fremden Substanzen auch auf den Siedepunkt von Einfluss wären und ihn erhöhten. Man benutzt daher zur Erkennung der erforderlichen Concentration weniger physikalische als empirische Proben, von denen folgende, die in der Zuckerfabrikation überhaupt, und nicht nur beim Verkochen des Klärsels vorkommen, angeführt sein mögen.

Die Fadenprobe, bei welcher man einen Tropfen Klärsel auf den Daumen bringt und mit dem Zeigefinger verreibt, wobei sich schon durch Uebung die genügende Concentration erkennen lässt; sicherer geschieht dies, indem man die Finger trennt; aus der Fadenlänge und aus der Art und Weise, wie der Faden abreisst, beurtheilt man die Concentration. Ist der Saft nicht genügend verkocht, so reisst der Faden bald ab, nach weiterem Abdampfen lässt er sich aber so lang ziehen, als dies durch die Trennung der Finger nur möglich ist. Reisst der Faden etwa in der Mitte der Länge ab, die er überhaupt erreichen kann, und zieht sich der obere Theil hakenförmig zusammen, so hat das Klärsel diejenige Concentration, bei der nach dem Erkalten der Zucker krystallinisch ausgeschieden wird; man spricht dann von der Hakenprobe.

Weit zuverlässiger als durch die Fadenprobe lässt sich der Grad des Verkochens durch die Blasen- oder Pustprobe ermitteln. Man benutzt hierzu einen flachen Schaumlöffel (Pustspan), den man in das kochende Klärsel taucht und dann schnell herausnimmt, so dass nur wenig Saft daran haftet, worauf man gegen die Oeffnungen des Löffels bläst, wodurch sich auf der hinteren Seite Blasen bilden, deren Dauer, Grösse und Wanddicke (das Irisiren) den Arbeiter die erlangte Concentration genau erkennen lässt. Je nachdem man von dem Schaumlöffel nur einige wenige Blasen, oder eine grosse Anzahl derselben fortblasen kann, welche kleinen Seifenblasen ähnlich, als lockerer Schaum davon fliegen, unterscheidet man die schwache und die starke Blasenprobe. Je leichter die Bläschen sind, desto concentrirter ist die Masse.

Kühlen und Füllen.

Nachdem das Klärsel in den Vacuumpfannen auf die erforderliche Concentration gebracht worden ist, findet mit dem Erkalten die Krystallbildung und

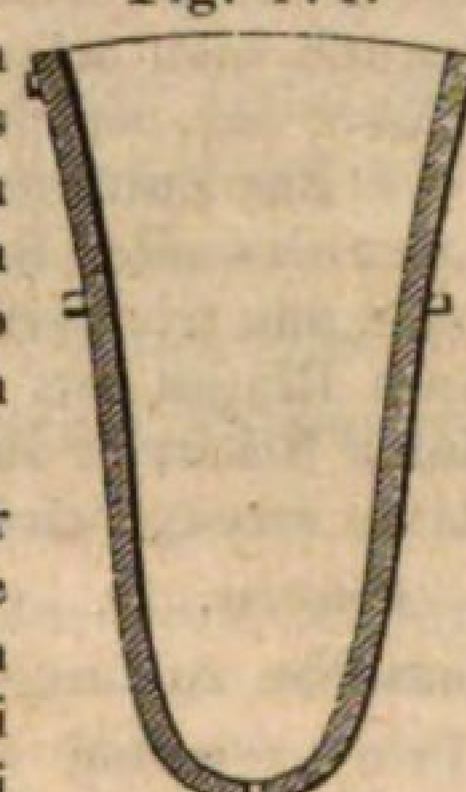
Ausscheidung der Krystalle statt und zwar um so vollständiger und schneller, je reiner der Saft war. Die fernere Behandlung der Masse bezweckt eine möglichst vollständige Abscheidung der Melasse von den Zuckerkrystallen und das Ueberführen der letzteren in die gebräuchliche Form von Broten oder Hüten. Der gekochte Zucker kommt aus der Vacuumpfanne in ein kupfernes Gefäss, den Kühler, in welchem man den Zucker entweder allmälig erkalten lässt oder, wenn er bei niedriger Temperatur eingekocht wurde, erwärmt. Die zum Erwärmen dienenden Gefässe — Anwärmer, — besitzen einen doppelten Boden und werden durch Dampf erhitzt. Das Local, in welchem die Anwärmer aufgestellt sind, die Füllstube ist ebenfalls geheizt. Durch das Anwärmen beabsichtigt man, einen Theil der Krystalle zu einer höchst concentrirten Zuckerlösung zu lösen, aus welcher sich beim Erkalten in den Formen krystallinischer Zucker abscheidet, der der Masse Consistenz giebt.

Von den Formen unterscheidet man nach ihrer Grösse

Melisformen mit 30 Pfd. Füllung
Lompsformen mit 69 „ „
Basterformen mit 120 „ „

Die konischen Formen (Fig. 174) bestanden früher und bestehen auch häufig noch aus einer Masse aus fein geschlämmtem Thone und gepulverter Charmotte, waren nach einer Lehre auf der Drehscheibe aufgedreht, in einer Modellform ausgeglichen, dann mit einer Maschine, aus mehreren Klingen bestehend, welche so zusammengefügt sind, dass sie mit ihren Schneiden einen Kegel bilden, im Lichten ausgedreht. Da die grossen Formen dem Druck des Zuckers nicht widerstehen würden, so umgiebt man sie mit dünnen Spänen von Buchenholz, welche durch starke Reife umbunden werden. Sie sind an ihrer Spitze offen und ruhen auf Töpfen, welche den abfliessenden Syrup auffangen sollen. Gegenwärtig sind die Zuckerhutformen fast allgemein aus glasirtem Eisenblech gefertigt.

Fig. 174.

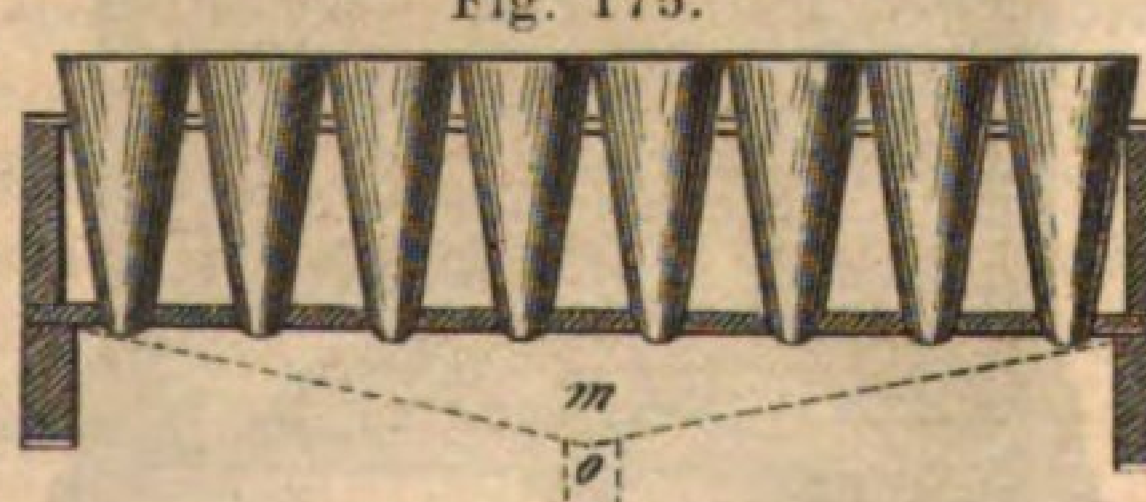


Nachdem der Zucker in den Kühlern auf die passende Temperatur gebracht, schreitet man zum Füllen. Man nimmt den Zucker mit Hülfe eines kupfernen Schöpflöffels heraus und bringt ihn in das Füllbecken von Kupfer mit breitem Ausgusse und eisernen Handhaben versehen. Bei *der älteren Methode des Verkochens* des Klärsels über freiem Feuer, wobei der Zucker nicht erwärmt, sondern abgekühlt wurde, füllte man die Formen nicht auf einmal voll, sondern nur etwa bis zum dritten Theile, nach einiger Zeit wurden sie bis zu zwei Dritttheilen und endlich ganz angefüllt. Man suchte durch dieses Verfahren eine möglichst gleichmässige Mengung des Kornes zu erreichen, weil das Unterste im Kühler ein stärkeres Korn hat als das Oberste. Nach etwa 10 Minuten nach dem Füllen der Formen entsteht auf der Oberfläche der Brote eine Krystalldecke, worauf man zum Holen (zum Holen der Krystalle aus der Spitze der Form) schreitet; zu diesem Zweck sticht man mit einem 4 Fuss langen Messer in die Masse, lockert den an der Spitze fest gewordenen Zucker auf, löst die Krystalldecke vom Rande der Form ab und arbeitet die Masse einige Mal durch. Durch dieses Stören der Krystallisation suchte man eine regelmässige Dichte der Zuckermasse zu erzielen. Nach einer halben Stunde wird die nämliche Operation — das Stirren (Stören) — wiederholt. *Beim Kochen in den Vacuumpfannen* und bei der Benutzung glasirter eiserner Formen fällt das Füllen in drei verschiedenen Absätzen, das Holen und Stirren weg. Man schlägt oder rührt dagegen die Masse in der Kühlpfanne, bis sich Krystalle von der gewünschten Feinheit in hinlänglicher Quantität gebildet haben.

Um die weisse Farbe des Zuckers zu erhöhen, setzt man zu dem verkochten Klärsel eine kleine Menge von Ultramarin (auf 1000 Ctr. Zucker genügen $2^1/_2$ Pfd. Ultramarin).

Zu geringeren, schwierig krystallisirenden Zuckersorten nimmt man grössere Formen (Basterformen), zu den besseren Sorten die kleinen Melisformen. Nach Verlauf von 24 Stunden ist die Zuckermasse soweit erkaltet, dass man die Formen nach Beseitigung der Leinwandpropfen auf Untersätze oder auf besondere Gestelle bringen kann. Unter den Gestellen (Fig. 175) befindet sich ein Gefäss zum Auffangen des abfliessenden

Fig. 175.



Syrups, welcher durch das Rohr *o* in besondere Gefässe fliesst. Damit der nicht krystallisirte Theil besser abfliesse, stehen die Formen warm, bohrt man ferner in die untere Oeffnung der Form. Der abgeflossene Syrup heisst grüner oder ungedeckter Syrup.

Decken. Der in den Formen befindliche Zucker wird durch das sogenannte Decken weiter gereinigt und von allen nicht krystallisirten Theilen befreit. Das Decken ist nichts anderes als ein Auswaschen der in den Zwischenräumen der verworrenen Zuckerkrystallisation zurückgebliebenen Melasse, welche die Farbe, die Festigkeit und die Trockenheit des Hutzuckers beeinträchtigen würde.

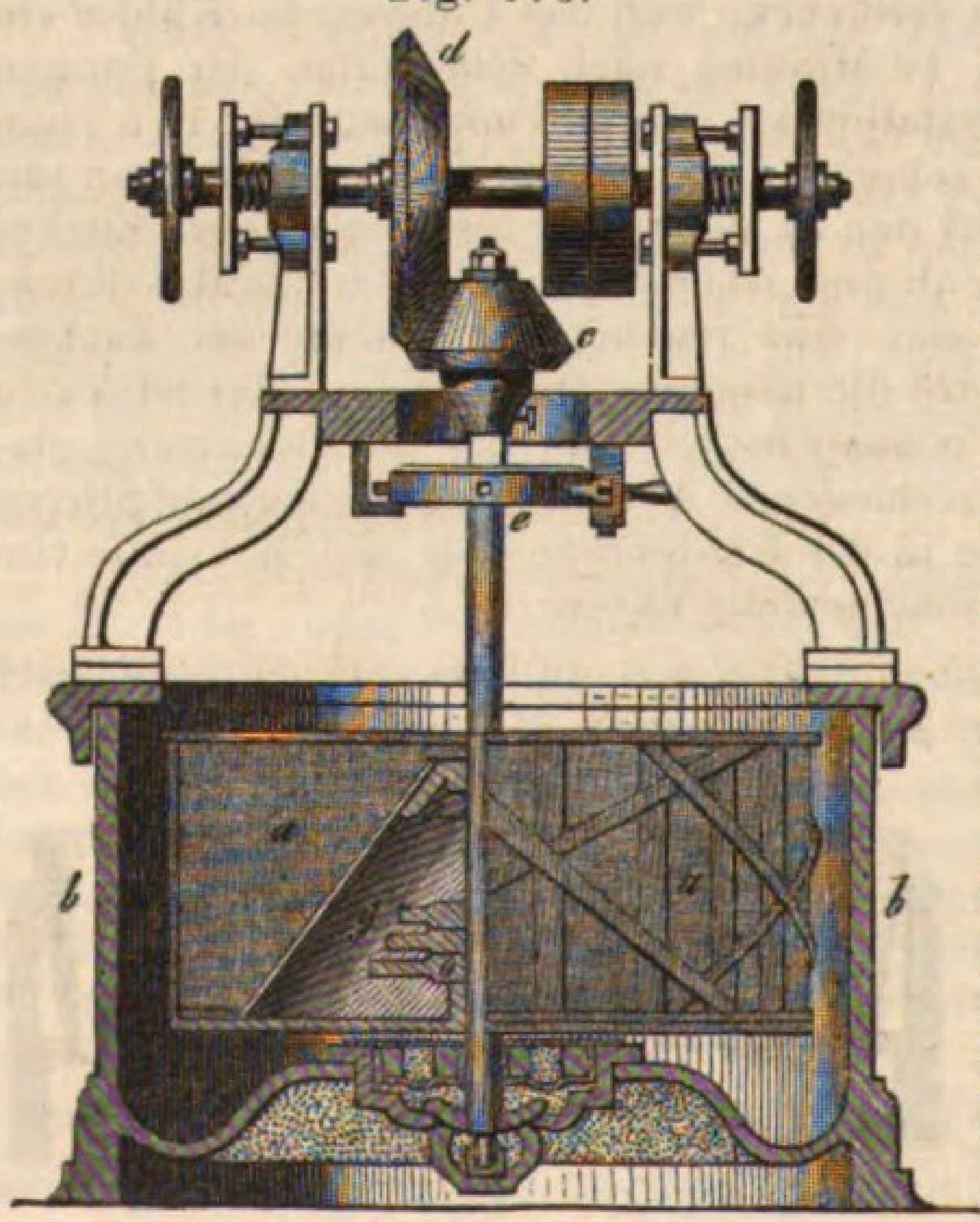
Die älteste Methode des Deckens ist die durch Filtration mit Hülfe von Wasser, welches sehr allmälig aus einem Thonbrei fliesst. Anstatt den Zucker unmittelbar auf den Thonbrei zu legen, bedeckt man den Zucker vorher mit einem Stück Leinwand. An der Stelle des Thonbreies hat man neuerdings feuchte Papiermasse (Ganzzeug der Papierfabriken) anzuwenden vorgeschlagen. Das Wasser des Thonbreies bildet mit einem kleinen Theile Zucker einen reinen Zuckersyrup, welcher die Melasse verdrängt und nach unten treibt. Der Zuckersyrup bleibt zwischen den Krystallen und setzt beim Trocknen wieder krystallinischen Zucker ab. Der während des Deckens ablaufende Syrup heisst Decksyrup und wird nach einem jedesmaligen Decken gesondert aufgefangen.

Das Decken mit Thon wird nur noch selten angewendet, weil es unreinlich ist, viel Arbeit macht und einen nicht unbeträchtlichen Verlust an Zucker nach sich zieht. Namentlich zur zweiten Decke nimmt man lieber Klärsel oder Zuckerbrei. Im letzteren Falle entfernt man 2—3 Zoll tief den Zucker aus den Formen und mischt diesen mit Wasser zu einem honigdicken Brei, welchen man dann auf den abgekratzten Formen wieder vertheilt. Benutzt man Klärsel, so stellt man dieses durch Auflösen der besseren Zuckerabfälle in Wasser dar, welches nach dem Klären in der Kälte 30° B. zeigt.

Zur Entfernung der letzten Feuchtigkeit aus den Broten benutzt man allgemein die Nutsch- oder Saugapparate, aus liegenden Röhren bestehend, welche auf der oberen Seite mit trichterförmigen Oeffnungen versehen sind, in die die Spitze der Form mit Hülfe eines Ringes aus vulkanisirtem Kautschuk luftdicht passt. Die Röhren communiciren mit einem Reservoir zur Aufnahme der Melasse in dem durch eine Luftpumpe ein luftverdünnter Raum erzeugt wird, um aus den Spitzen den Syrup zu saugen. —

Clairciren. Durch die Kostspieligkeit des Deckens ist man veranlasst worden, dasselbe zu umgehen und durch andere Methoden zu ersetzen, so durch das Clairciren, wobei man den verkochten Zucker nicht in den Formen, sondern in den Kühlern unter Umrühren krystallisiren lässt und die krystallinische Masse in die Schützenbach'schen Kästen mit Böden aus feinem Metallgewebe bringt, durch dessen Löcher der Syrup abtropft. Die zwischen den Zuckerkrystallen befindliche Melasse wird durch reine Zuckerlösung verdrängt und sodann der feuchte Zucker in Formen gefüllt. Man wendet das Clairciren gewöhnlich zum Reinigen des zweiten Produktes an; seit der Einführung der Centrifugalmaschinen (Centrifugen) ist jedoch das Clairciren sehr ausser Gebrauch gekommen, welche man gegenwärtig in allen Zuckerfabriken zum Reinigen der Produkte und Nachprodukte anwendet.

Fig. 176.



Der wesentlichste Theil dieses für die Zuckergewinnung so wichtigen Apparates (Fig. 176 stellt die Construction von Fesca dar) ist eine oben offene Trommel *a* von feinem Metallgewebe, die auswendig durch Bandeisen die erforderliche Festigkeit erhält. Sie wird innerhalb eines gusseisernen Behälters *b b* mit einer Geschwindigkeit von 1000—1500 Umdrehungen in der Minute

umgetrieben, zu welchem Zwecke die eiserne Axe *e* an ihrem oberen Ende ein mit Leder überzogenes conisches Frictionsrad *c* enthält, das durch ein gleiches *d* umgetrieben wird. Der innere Raum der Trommel wird durch einen Conus aus Blech *g* beengt, wodurch der zu trocknende Zucker mehr dem Rande der Trommel genähert, aber auch Platz für drei Flughämmer gewonnen wird, die das Gleichgewicht der Trommel bei der raschen Umdrehung erhalten sollen. Der mittelst der Centrifuge zu reinigende Zucker muss eine gleichmässige Masse ohne Klumpen bilden. Je nach der Beschaffenheit der Masse bringt man, nachdem der Apparat in Bewegung gesetzt worden ist, 60—100 Pfd. Masse in die Centrifuge. Die Masse steigt an der Trommelwand in die Höhe und giebt vermöge der Centrifugalkraft den Syrup durch die Löcher des Metallgewebes ab, während die Zuckermasse im trockenen Zustande zurückbleibt. Man ist im Stande, durch diesen Apparat in 10—15 Minuten einen Centner trockenen Zuckers zu erhalten. Zur Entfernung des den Zuckerkrystallen fest anhaftenden Syrups befeuchtet man die in dem Apparate zurückgebliebene Masse mit dünnem Syrup und setzt sie nochmals der Wirkung der Centrifugalkraft aus.

Löschen. Ist aller Syrup aus dem Zucker — aus dem Brote — entfernt und der Boden des Brotes ziemlich trocken geworden, so reinigt man den Boden mit einem Messer oder einer Bürste, was man das Plamotiren oder Planiren nennt. Darauf lässt man die Brote in den Formen so lange stehen, bis der Boden etwa einen Zoll tief hart geworden ist, und entfernt sie dann aus den Formen. Letztere Operation heisst das Löschen; man stösst die Form gelinde gegen einen Holzblock (Löschstuhl), bis das Brot sich gelöst hat. Die Brote werden, ohne sie aus der Form zu nehmen, auf Bastmatten umgekehrt, damit die in der Spitze befindliche Feuchtigkeit sich gleichmässig vertheile, und dann in die Trockenstube gebracht. Vorher wird die äusserste Spitze abgeschlagen und dem Brote eine neue Spitze angedreht. In der Trockenstube werden die Brote anfänglich bei 25°, zuletzt bei 50° getrocknet. Die gehörig getrockneten Brote werden in einem besondern Raume einpapiert, gebunden, gewogen und auf's Lager gebracht.

Wenn das bis zum Krystallisationspunkt eingedampfte Klärsel, die Zuckermasse durch Erkalten krystallisirt ist, wobei der Zucker die Gestalt kleiner körniger Krystalle annimmt, und sodann der Syrup abgeschieden worden ist, so wird der erhaltene Zucker als erstes Produkt bezeichnet. Der so gewonnene Syrup enthält aber noch eine bedeutende Menge krystallisirbaren Zuckers, welchen man durch Weiterabdampfen und Erkalten gewinnt und zweites Produkt nennt. Es ist schon weniger rein als das erste. Durch ähnliche Behandlung des von dem zweiten Produkt gewonnenen Syrups ist dann noch ein drittes, dann ein viertes Produkt zu gewinnen. Den von letzterem abgelaufenen Syrup noch weiter zu behandeln, lohnt sich selten der Mühe, weshalb man ihn als Melasse verwerthet. Das zweite Produkt wird entweder als ein geringer Rohzucker verkauft, oder durch Wiederauflösung, Abdampfen und Krystallisiren in ein dem ersten gleiches Produkt verwandelt, ebenso wird durch Umarbeiten des dritten Produktes zweites erzielt u. s. w. Drittes und viertes Produkt werden gewöhnlich Nachprodukte genannt.

Je nach ihrer Reinheit heissen die producirten Zucker feine Raffinade, Melis, Lumpen- oder Kochzucker, Farinzucker u. s. w.

Rübenzuckermelasse. Die Melassen, die in so grosser Menge bei der Rübenzuckerfabrikation sich bilden, enthalten meistens zu viel fremde Stoffe, um wie die Rohrzuckermelasse als Versüssungsmittel Anwendung finden zu können. Man verarbeitet sie deshalb auf Spiritus und benutzt den Rückstand nach dem Abdestilliren zur Fabrikation von Potasche, wie Seite 135 beschrieben worden ist. Da der Rübenmelassenspiritus wegen seines übeln Geruches und Geschmackes geringen Werth hat, so verwendet man die Melasse häufig als Viehfutter — eine Anwendung, die alle Beachtung verdient. Die Zusammensetzung der Melasse ist verschieden und richtet sich nach der Qualität der verarbeiteten Rüben und nach der Arbeitsmethode in den Fabriken. Meitzendorf fand in einer Probe Melasse:

Wasser	10,8
Mineralsalze	10,5
Proteïnstoffe	9,8
Zucker (Rohrzucker und Chylariose), Pektin, Fett u. s. w.	68,9
	100,0

Kandiszucker. Mit dem Namen Kandiszucker bezeichnet man den in grossen und harten Krystallen dargestellten Zucker. Man benutzt zu seiner Fabrikation fast ausschliesslich nur Rohrzucker. Rübenzucker bildet zu lange und platte Krystalle. Im Maximum setzt man von letzterem 20 pCt. zu.

Der zur Darstellung von Kandiszucker dienende Zucker wird mit 3—4 pCt. feiner Knochenkohle, dann mit Eiweiss geklärt und filtrirt. Ist das Klärsel klar, so schreitet man zum Kochen, wozu man gewöhnlich eine Schaukelpfanne über freiem Feuer benutzt. Aus den Kühlern gelangt das verkochte Klärsel sofort in die Krystallisirgefässe; letztere sind von Kupfer oder von lackirtem Eisenblech. Die Wände dieser Gefässe sind in acht oder zehn Reihen durchlöchert, um Fäden durchziehen zu können, welche in den Krystallisirgefässen horizontal und in gleichmässiger Entfernung ausgespannt sind. In Hamburg, wo der Kandis sonst und noch jetzt fast ausschliesslich von einzelnen Arbeitern gemacht wird, lässt man das verkochte und vorgewärmte Klärsel in kupfernen Töpfen (Potten) krystallisiren, die ebenfalls an den Seiten Löcher haben, durch welche sechs Reihen Fäden (1 Zoll vom Boden der Töpfe bis oben) horizontal ausgespannt sind. Nachdem die Töpfe vorgerichtet sind, umklebt man den Topf äusserlich mit Stärkekleister und Papier, damit kein Syrup durch die Oeffnungen dringt (man sagt: die Potten sind geklickst), füllt das Klärsel ein und überlässt sie in der Stove sich selbst. Bei braunem Kandis kann man das Verkleistern umgehen, weil der Syrup Consistenz genug besitzt, um nicht durch die feinen Oeffnungen abzufliessen, und ausserdem auch die Oeffnungen bald durch kleine Kandiskrystalle verschlossen werden. Bei Anwendung von grossen Krystallisirgefässen verstopft man die Oeffnungen mit einem dicken Brei aus feinem Thon, Asche und Rindsblut. Die Temperatur in der Trockenstube wird anfänglich auf 75° erhalten, nach Verlauf von 6 Tagen steht sie noch auf 45—50° und in acht bis zehn Tagen ist die Krystallisation beendigt. Während des Krystallisirens ist jede Erschütterung, jeder Luftzug, welcher der regelmässigen Bildung der Krystalle hinderlich wäre, zu vermeiden. Nach beendigter Krystallisation wird der Kandis herausgenommen und von der oben befindlichen schwachen Krystallrinde, dem Dexel, und von dem Syrup (dem Kandisstörzel) durch Umstürzen über ein Reservoir befreit, über welchem ein Sieb liegt. Darauf wird der Kandis gespült, d. h. man füllt das Krystallisirgefäss mit schwachem Kalkwasser an und schüttelt, bis der den Krystallen adhärirende Syrup abgewaschen ist, worauf man das Spülwasser ausleert und vollständig abfliessen lässt. Das Spülwasser muss lauwarm angewendet werden, zu kalt würde es ein Springen der Krystalle veranlassen, zu heiss würden die Krystalle erblinden. Nachdem alles Spülwasser abgelaufen ist, löscht man die Krystallisationsgefässe, indem man sie umgestürzt auf eine ebene Steinplatte bringt und von aussen klopft, bis der Zucker losgelöst ist. Wo man die Fäden zum Krystallisiren verwendet, löst man aussen die Zwirnsfäden, worauf der Kandis leicht auf ein untergebreitetes Tuch fällt. Man kann auch den Kandis von den Wänden der Krystallisirgefässe dadurch lösen, dass man letztere einige Augenblicke in siedendes Wasser taucht. Der so erhaltene Kandis ist, nachdem er etwa einen Tag lang getrocknet worden war, fertige Handelswaare.

Man unterscheidet drei Sorten Kandiszucker, den weissen, aus vollkommen weissen, fast wasserhellen Krystallen bestehend, den gelben, dessen Krystalle eine strohgelbe Farbe besitzen, und den braunen, von einer dem gewöhnlichen Rohzucker ähnlichen Farbe. Im französischen Flandern fabricirt man auch schwarzen Kandis, dort unter dem Namen *Sucre de Boerhave* bekannt. Zur Fabrikation des braunen Kandis dient Rohzucker mittlerer Qualität, für gelben Kandis wendet man gedeckten Zucker an, für den weissen endlich raffinirten Zucker.

Der Kandis wird in grosser Menge fabricirt und verbraucht. Die Hauptanwendung des weissen Kandis besteht in der Bereitung des sogenannten „Liqueur“, einer Lösung von Kandis in Wein und Cognac, die in der Champagnerfabrikation eine grosse Rolle spielt, ferner verwendet man ihn in allen Fällen, wo es sich um die Herstellung einer klaren Zuckerlösung ohne Klärung handelt. Den gelben Kandis benutzt man in Belgien und in einigen Gegenden Deutschlands zum Versüssen von Thee und Kaffee. Grosse Mengen des braunen und gelben Kandis werden endlich als Heilmittel bei katarrhalischen Affectionen consumirt; es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass zu diesem Zwecke diejenigen Kandissorten vorzu-

ziehen sind, deren Krystalle nicht krystallisirbaren Zucker (Schleimzucker, Chylariose) in grösserer Menge einschliessen.

Statistica über Produktion von Rubenzucker.

Fasst man die gegenwärtige Rübenzuckerproduktion auf der Erde zusammen, so ergiebt sich, dass die jährliche Produktion 4,475,000 Centner beträgt; davon kommen auf

den Zollverein	in 233	Fabriken	2,066,000	Ctnr.
Frankreich	„ 338	„	1,650,000	„
Russland	„ 360	„	300,000	„
Oesterreich	„ 171	„	250,000	„
Belgien	„ 40	„	142,000	„
Königr. Polen	„ 42	„	60,000	„
England	„ 2	„	7,000	„
			4,475,000	Ctnr.

C. Traubenzucker oder Glycose.

Vorkommen, Zusammensetzung und Eigenschaften.

Der Traubenzucker, Krümelzucker oder die Glycose ist eine feste Zuckerart, die sich neben einem flüssigen, nicht krystallisirbaren Zucker, der Chylariose (von χυλάριον, Syrup) in vielen süssen Früchten, neben Rohrzucker im Honig findet und sich auf chemischem Wege bildet

a) durch Umwandelung der Stärke, des Dextrins, des Rohrzuckers, des Gummis durch verdünnte Säuren und die sogenannte Diastase;
b) durch Behandeln von Cellulose und ähnlichen Pflanzenstoffen mit verdünnten Säuren;
c) durch Spaltung gewisser Stoffe der organischen Chemie (der sogenannten Glycoside), wie des Amygdalins, Salicins, Phloridzins, Populins, Quercitrins, der Galläpfelgerbsäure u. s. w., welche durch die Einwirkung von verdünnten Säuren oder von Synaptase (Emulsin) in Traubenzucker und in andere Substanzen zerfallen.

Der Traubenzucker findet sich in den Obstsorten in folgender Menge (in Mittelzahlen ausgedrückt):

Pfirsiche	1,57 pCt.	Stachelbeeren	7,15 pCt.
Aprikosen	1,80 „	Rothbirnen	7,45 „ (nach Fresenius)
Pflaumen	2,12 „	Birnensorten	8,02—10,8 pCt. (nach E. Wolff)
Reineclauden	3,12 „		
Mirabellen	3,58 „	Aepfel	8,37 pCt. (nach Fresenius)
Himbeeren	4,00 „	„	7,28—8,04 pCt. (nach E. Wolff)
Brombeeren	4,44 „		
Erdbeeren	5,73 „	Sauerkirschen	8,77 pCt.
Heidelbeeren	5,78 „	Maulbeeren	9,19 „
Johannisbeeren	6,10 „	Süsskirschen	10,79 „
Zwetschen	6,26 „	Trauben	14,93 „

Der Traubenzucker krystallisirt aus einer wässerigen Lösung in hemisphärischen Warzen oder in blumenkohlähnlichen Gestalten. Er ist weniger leicht löslich in Wasser, als der Rohrzucker; er bedarf zu seiner Lösung $1\frac{1}{3}$ Th. seines Gewichtes kalten Wassers; in kochendem Wasser ist er in allen Verhältnissen löslich und es bildet sich ein Syrup, der zwar zuckersüss schmeckt, welcher sich aber nicht in Fäden ziehen lässt, wie der Rohrzuckersyrup. Man braucht $2\frac{1}{2}$ Mal so viel Traubenzucker als Rohrzucker, um dem nämlichen Volumen Wasser die gleiche Süssigkeit zu ertheilen. Bei 120^0 hat der Traubenzucker die Formel $C_{12}H_{12}O_{12}$. Bei 140^0 verliert er von Neuem Wasser und geht in Caramel über. Mit ätzenden Alkalien erhitzt, wird die Traubenzuckerlösung schon bei 60—70^0 unter Bildung von Aldehydharz und humusähnlichen Substanzen zersetzt. Eine mit Kali versetzte Trauben-

zuckerlösung reducirt in der Siedehitze Kupferoxydhydrat zu Kupferoxydul, Silberoxyd zu metallischem Silber, Goldchlorid zu metallischem Gold. Eine Mischung von Ferridcyankalium und Kali zersetzt beim Erhitzen den Traubenzucker unter Entfärbung der vorher gelb gefärbten Flüssigkeit. Unter dem Einflusse der Fermente erleidet der Traubenzucker mannichfache Umwandelungen; die Produkte variiren je nach der Natur der Fermente und den Bedingungen, unter denen man arbeitet. Die Hefe, sowie sie sich bei der Gährung der Bierwürze bildet, zerlegt den Traubenzucker in Alkohol und Kohlensäure.

100 Kilogr.	Traubenzucker geben:	
51,11	„	Alkohol,
48,89	„	Kohlensäure.

Unter gewissen, noch nicht festgestellten Bedingungen (der Temperatur und der Concentration) findet man in der gegohrenen Flüssigkeit Homologe des Alkohols, nämlich Propylalkohol, Butylalkohol und Amylalkohol, ausserdem Glycerin und kleine Mengen von Bernsteinsäure und Milchsäure, so dass gewöhnlich der Zersetzungsprocess des Krümelzuckers bei der geistigen Gährung ein weit complicirterer ist, als man bisher anzunehmen geneigt war. Wenn die Fermente, anstatt sauer zu sein, in Folge einer freiwilligen Zersetzung alkalisch reagiren, so verwandeln sie den Traubenzucker in Milchsäure, ohne dass Gasentwickelung stattfindet. Gewöhnlich bleibt die Umwandelung aber nicht bei der Bildung der Milchsäure stehen, es tritt Wasserstoffentwickelung ein und die Milchsäure zersetzt sich in Buttersäure und Essigsäure. Unter gewissen Umständen erleidet der Traubenzucker die schleimige Gährung und verwandelt sich in Mannit und einen gummiähnlichen Körper.

Darstellung des Traubenzuckers. Man stellt den Traubenzucker dar

a) aus den Trauben,
b) aus Stärke,
c) aus Holz und ähnlichen Pflanzensubstanzen.

Um Traubenzucker aus Trauben darzustellen, wird der Saft aus weissen Trauben geschwefelt, damit er sich länger halte und sich durch Absetzen kläre; der geklärte Most wird in einem Kessel mässig erwärmt und mit Marmor oder Kreide (nicht mit gebranntem Kalk) oder kohlensaurem Baryt versetzt, um einen Theil der Weinsäure zu neutralisiren, dann bis zum Sieden erhitzt und 24 Stunden ruhig stehen gelassen, damit die unlöslichen Kalksalze sich absetzen. Darauf klärt man den Most mit Rindsblut (auf 100 Liter Most 2—3 Liter Blut), schäumt ab und dampft den Most bis auf 26° B. Nachdem er einige Zeit in Fässern sich selbst überlassen blieb, giesst man ihn von den ausgeschiedenen Unreinigkeiten ab und kocht ihn bis auf 34° B. ein, wodurch ein Syrup gewonnen wird, der zu den meisten Zwecken, zu denen man den Traubenzucker anzuwenden pflegt, anwendbar ist. Will man jedoch festen Traubenzucker daraus darstellen, so bringt man den noch stärker eingekochten Syrup in Krystallisirgefässe, in welchen sich nach 3—4 Wochen körnige Krystalle abgeschieden haben, die man, um die nicht krystallisirende Chylariose abzuscheiden, in Zuckerhutformen bringt und dann durch Decken mit reiner Traubenzuckerlösung die Chylariose verdrängt oder in den Centrifugalmaschinen behandelt. Im Kleinen trennt man die Chylariose, indem man den feuchten Krystallbrei auf Platten von geglühtem Porcellan oder Ziegel oder Gypstafeln bringt.

1000	Gewichtstheile	Trauben geben
800	„	Most „
200	„	Syrup „
140	„	roher Traubenzucker geben
60—70	„	reinen Traubenzucker.

Der Traubenzucker aus Stärke (Stärkezucker) ist die wichtigste und diejenige Traubenzuckerart, die allein fabrikmässig dargestellt wird. Die Bereitung des Zuckers aus Stärke und verdünnter Schwefelsäure zerfällt in folgende Operationen:

a) *Das Kochen des Stärkemehls mit verdünnter Schwefelsäure* geschieht mit Hülfe von Wasserdämpfen, welche in die Kochbottiche geführt werden. Im Kleinen wendet man zweckmässig Bleikessel an, welche unten in eine eiserne Pfanne eingelassen sind. Man erhitzt die erforderliche Menge Wasser bis zum Sieden und trägt dann in dasselbe die Schwefelsäure ein, welche man vorher mit der dreifachen Gewichtsmenge Wasser verdünnt hat. Dann bringt

man bei lebhaftem Sieden die mit Wasser zu einer milchigen Flüssigkeit angerührte Stärke hinzu und rührt hastig um, um so viel als möglich die Kleisterbildung zu umgehen. Nachdem alle Stärke eingetragen ist, wird so lange gekocht, bis alle Stärke in Zucker übergegangen ist. Bekanntlich geht die Stärke zuerst in Dextrin und dann erst in Zucker über, ersteres geschieht sofort, letzteres dagegen erst durch längere Zeit fortgesetztes Kochen. Um den Zeitpunkt, wo die Neutralisation der Schwefelsäure vorgenommen werden kann, richtig zu treffen, bedient man sich der Alkoholprobe, die sich auf die Unlöslichkeit des Dextrins in alkoholischen Flüssigkeiten gründet. Man nimmt dazu auf 1 Th. der zu prüfenden Zuckerlösung 6 Th. absoluten Alkohols; ist kein Dextrin mehr vorhanden, so bildet sich kein Niederschlag, sondern nur eine schwache Trübung. Die hier und da vorgeschlagene Jodprobe ist ohne Nutzen, da sie nur anzeigen kann, dass sich das Stärkemehl in Dextrin verwandelt habe, aus welchem sich erst bei weiterem Kochen Zucker bildet.

In der Regel nimmt man gegenwärtig auf:

100 Kilogr. Stärkemehl
2 „ Schwefelsäure, englische, und
300—400 Liter Wasser.

Die Verzuckerung der Stärke soll in weit kürzerer Zeit erfolgen, wenn man der Schwefelsäure eine geringe Menge Salpetersäure zusetzt.

b) Das *Abscheiden der Schwefelsäure* aus der Zuckerflüssigkeit ist ohne Zweifel die wichtigste Operation, da von ihr nicht nur die Farbe und Reinheit, sondern auch der Geschmack des Produktes ganz besonders abhängt. Die Neutralisation geschieht durch Baryt oder durch Kalk, welche beide mit der Schwefelsäure unlösliche Salze bilden, die sich am Boden des Neutralisationsgefässes absetzen, so dass die darüber stehende Flüssigkeit nach einiger Zeit klar abgezapft werden kann. Der Baryt wird als kohlensaurer Baryt und dieser zwar entweder als Witherit oder als künstlich dargestellte Verbindung angewendet und ist ohne Zweifel das beste Neutralisationsmittel, da der entstandene schwefelsaure Baryt vollkommen unlöslich ist, sich schnell und vollständig ablagert und auch noch als Farbematerial verwerthet werden kann. Leider gestatten es nur selten die localen Verhältnisse, sich des Baryts zu bedienen. Der Kalk ist das gebräuchlichste Neutralisationsmittel; der sich bildende Gyps ist aber in Wasser nicht ganz unlöslich, doch enthält die Zuckerlösung nur einen sehr kleinen Theil davon, der sich beim Eindampfen noch beträchtlich vermindert. Man wendet den Kalk an als Aetzkalk, Kreide und Marmor.

Die Neutralisation wird am zweckmässigsten im Kochbottiche selbst mit der noch heissen Zuckerlösung vorgenommen. Für jedes Kilogramm der angewendeten englischen Schwefelsäure (Technisches Aequivalent = 50—52) wiegt man ebensoviel feines Marmorpulver (Chem. Aequivalent = 50) ab und bringt dasselbe unter fortwährendem Umrühren in die zu neutralisirende Flüssigkeit. Nachdem aller Kalk eingetragen worden und die Flüssigkeit auf Zusatz von neuem Marmor nicht mehr aufbraust, prüft man mit Lakmuspapier. Die Neutralisation ist aber keineswegs vollkommen erfolgt, wenn blaues Lakmuspapier sich nicht mehr röthet und eine Probe mit Lakmustinctur, die weit empfindlicher ist als das damit getränkte Papier, wird oft das Gegentheil beweisen, und nicht selten wird man nach dem Eindampfen der Flüssigkeit, wobei die Schwefelsäure mehr concentrirt wurde, finden, dass der auf 26° B. gebrachte Syrup wieder sauer reagirt, so dass man von Neuem zu neutralisiren genöthigt ist. Um alle Schwefelsäure zu sättigen, ist es vortheilhaft, sobald Lakmuspapier keine freie Säure mehr anzeigt, für je 10 Kilogramm der angewendeten Schwefelsäure 250—500 Grm. kohlensauren Baryt in die Flüssigkeit einzurühren, welcher die letzten Säurereste hinwegnimmt.

c) Das *Eindampfen und Reinigen* der so erhaltenen Zuckerlösung geschieht auf folgende Weise: Man dampft die Flüssigkeit in flachen kupfernen Kesseln bei gelindem Feuer, am besten durch Wasserdämpfe ein; es scheiden sich dabei Gyps und andere Unreinigkeiten, letztere als Schaum aus, welche entfernt werden. Die bis auf 15—16° B. eingekochte Flüssigkeit wird über Knochenkohle filtrirt, der filtrirte Syrup wird durch eine Saftpumpe in grosse Reservoirs geleitet, aus welchen er in die Abdampfpfannen fliesst, in welchen er durch Dämpfe bis auf 30° abgedampft wird, wobei sich von Neuem Gyps abscheidet, der von der Flüssigkeit getrennt werden muss. Beabsichtigt man die Darstellung von festem Zucker, so dampft man den Syrup in flachen Gefässen bis auf 40—41° B. ab und bringt ihn dann in Krystallisirpfannen; sobald die Krystallisation begonnen hat, wird die körnige Flüssigkeit in Fässer gefüllt, in denen sie nach einiger Zeit gänzlich fest wird. Auf diese Weise lässt sich jedoch nur ein sehr untergeordnetes und unreines Produkt erhalten, dass namentlich zur Bereitung von künstlichem Weine nicht anwendbar ist. Ein

schöneres und weisseres Fabrikat erhält man, wenn man die Melasse von den Traubenzuckerkrystallen trennt. Zu diesem Zwecke bringt man den durch Thierkohle filtrirten Saft, aus welchem sich durch Absetzenlassen ein Theil des Gypses abgeschieden hat, in gewöhnliche Weinfässer, welche auf Querbalken eines einen Fuss hohen Gestelles ruhen. Der untere Boden ist mit 12—24 Löchern versehen, welche mit hölzernen Zapfen verschlossen sind. Nach 8—10 Tagen ist das Fass mit in der Flüssigkeit zerstreuten Krystallanhäufungen erfüllt; man entfernt nun die Zapfen und lässt die Melasse abfliessen, wobei man nach und nach die Fässer neigt. Der so erhaltene Zucker wird auf Gypsplatten gelegt und in Trockenstuben gebracht, welche die Melasse zum grössten Theile absorbiren. Die trockne Masse wird gesiebt und das Pulver entweder in Zuckerhutformen gepresst oder als Pulver in Fässer gepackt. Die Fabrikation des Traubenzuckers *aus Holz und ähnlichen Substanzen* hat nur für die Spiritusfabrikation Interesse.

Anwendung des Traubenzuckers. Der Traubenzucker (aus Stärke) findet in grösster Menge als Ersatzmittel des Zucker der Trauben und des in dem Malz durch die Einwirkung der Diastase erzeugten Zuckers Anwendung und zwar zur Bereitung von Wein (nach dem Verfahren von Gall und Petiot) und von Bier.

Die Gährungsgewerbe.

Allgemeines. In Zersetzung begriffene Eiweisssubstanzen oder Proteïnkörper, sowie gewisse auf der niedrigsten Stufe der Organisation stehende Pflanzen, die Hefenpilze, können bei Gegenwart von Wasser und innerhalb gewisser Temperaturgrenzen, durch unmittelbare Berührung die Zersetzung oder Spaltung einer anderen organischen Verbindung veranlassen, ohne dass in den meisten Fällen die Elemente der einen Verbindung an die andere etwas abgeben oder derselben etwas entziehen. Den Process einer solchen Zersetzung einer organischen Substanz nennt man Gährung. Die Zersetzung eines gährungsfähigen organischen Körpers besteht entweder darin, dass derselbe sich in zwei oder mehrere Verbindungen spaltet, wie die Glycose bei der geistigen Gährung in homologe Alkohole und Säuren (Kohlensäure und Bernsteinsäure), oder sich nur in seinen Molekülen anders gruppirt, wie beim Uebergange des Milchzuckers in Milchsäure (bei der Milchsäuregährung) oder dass endlich der Sauerstoff der Atmosphäre sich mit den Elementen des organischen Körpers entweder zu neuen organischen Verbindungen, oder zu einfachen anorganischen, zu Kohlensäure, Kohlenwasserstoff u. s. w. verbindet. Letztere Art der Zersetzung heisst, wenn ein kohlenstoffreicher Rückstand (Humus) bleibt, Vermoderung, wenn dagegen nur die mineralischen Bestandtheile zurückbleiben, Verwesung. Dem Sprachgebrauche nach findet das Wort Vermoderung hauptsächlich auf den Akt der Zersetzung von Vegetabilien, das Wort Verwesung auf Thierkörper Anwendung. Beide, Vermoderung und Verwesung, finden bei Zutritt von feuchter Luft statt. Bei Vorhandensein von grösseren Mengen Wasser gehen beide Processe in die Fäulniss über, deren Eintritt sich durch die Entwickelung übelriechender Gasarten zu erkennen giebt und deren Endprodukte anorganische Verbindungen — Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Wasser sind — während die Produkte derjenigen Zersetzungsprocesse, welche man den Gährungen beizählt, zum Theil immer organische Verbindungen sind. Sind bei der Gährung die Eiweisskörper nur Erreger des Zersetzungsprocesses, der sich auf die anderen vorhandenen organischen Substanzen erstreckt, so sind die eiweissähnlichen Körper bei der Fäulniss zum grössten Theile diejenigen, die zersetzt werden, und die meist in überwiegender Quantität vorhanden sind.

Derjenige Körper, welcher die Gährung hervorzurufen im Stande ist, heisst das Ferment oder der Gährungserreger, bei der geistigen Gährung die Hefe. Das Ferment ist

entweder ein organisirtes Wesen wie die Hefe, oder eine in Zersetzung begriffene Proteïnsubstanz.

In technologischer Hinsicht hat man von den zahlreichen Gährungsarten, welche die heutige organische Chemie aufzuweisen vermag, nur auf folgende Rücksicht zu nehmen:

1) die geistige Gährung (Alkoholgährung), auf welche sich die wichtigen Gährungsgewerbe, die Weinbereitung, die Bierbrauerei und die Spiritusfabrikation gründen;

2) die Milchsäuregährung, welche beim Sauerwerden der Milch, bei der Sauerkrautbildung u. s. w. auftritt, und bei höherer Temperatur leicht in

3) die Buttersäuregährung übergeht.

An diese Arten der Gährung schliesst sich an

4) die Fäulniss, insofern uns die technische Chemie Mittel an die Hand giebt, die Fäulniss zu verhindern oder die bereits eingetretene aufzuhalten. Auf der Kenntniss und Anwendung dieser Mittel beruht die Conservation der Nahrungsmittel.

Geistige Gährung. Die geistige oder Alkoholgährung bewirkt das Zerfallen des Zuckers, und zwar der Glycose (Traubenzuckers) und der Chylariose (Schleimzuckers) in eine Anzahl von Produkten, unter denen Alkohol und Kohlensäure als Hauptprodukte auftreten. Insofern Rohrzucker und Milchzucker im Stande sind, in Glycose überzugehen, rechnet man auch diese Zuckerarten zu den gährungsfähigen. In gewisser Hinsicht schliesst sich ihnen das Stärkemehl an. Sieht man einen Augenblick von allen solchen Gährungsprodukten ab, die nur in geringerer Menge auftreten, so erzeugen 100 Gewichtstheile:

		Alkohol.		Kohlensäure.		
krystallis. Glycose	$C_{12} H_{14} O_{14}$	46,46	+	44,40	=	90,86
wasserfreie Glycose	$C_{12} H_{12} O_{12}$	51,1	+	48,9	=	100
Rohrzucker	$C_{12} H_{11} O_{11}$	53,80	+	51,46	=	105,26
Stärkemehl	$C_{12} H_{10} O_{10}$	56,78	+	54,32	=	111,10

1 Aeq. Glycose $C_{12} H_{12} O_{12} = 180$ giebt { 2 Aeq. Alkohol $2\,C_4 H_6 O_2 = 92$; 4 „ Kohlensäure $4\,CO_2 = 88$ } = 180

In neuerer Zeit hat Pasteur gezeigt, dass bei der Alkoholgährung keine Milchsäure, deren Gegenwart früher angenommen wurde, auftritt, dass dagegen Bernsteinsäure ein constantes Produkt der Gährung sei, dessen Menge wenigstens 0,6—0,7 pCt. vom Gewicht des Zuckers betrage. Ferner bilde sich Glycerin (über 3 pCt. vom Zucker), welches in allen gegohrenen Flüssigkeiten, namentlich im Wein enthalten sei. Die 4—5 pCt. vom Gewicht des Zuckers, welche nicht Alkohol liefern, zerfallen bei der geistigen Gährung in:

Bernsteinsäure	0,6 bis 0,7
Glycerin	3,2 „ 3,6
Kohlensäure	0,6 „ 0,7
Cellulose, Fettsubstanz u. s. w.	1,2 „ 1,5
	5,6 bis 6,5

Hefe. Das Ferment der geistigen Gährung, die Hefe, scheidet sich während der Gährung sowohl an der Oberfläche der gährenden Flüssigkeit, als auch am Boden der Gährungsgefässe aus. Im ersteren Falle heisst sie Oberhefe, sie bildet sich unter anderem bei der Gährung des obergährigen Bieres, was man in vielen Gegenden Norddeutschlands, in England und in Frankreich braut; auch die in der Bäckerei zum Aufgehen des Teiges angewendete Hefe (Bärme) ist Oberhefe; sie macht ferner einen Bestandtheil des Sauerteiges aus, in letzterem Falle im Gemenge mit Milchsäurehefe. Für die Gährungsgewerbe hat die Oberhefe eine untergeordnete Bedeutung. Die Unterhefe ist das Ferment der Weingährung und der Gährung der Bierwürze nach dem bayerischen Verfahren. In der Spiritusfabrikation ist die Hefe meist ein Gemenge von Ober- und Unterhefe.

Frische Hefe erscheint als ein schmutzig gelbgrauer oder röthlicher Schlamm von unangenehmem Geruche und saurer Reaktion. Unter dem Mikroskope lassen sich beide Hefenarten leicht unterscheiden.

Die Oberhefe besteht aus ovalen Zellen von ziemlich gleicher Grösse, deren Durchmesser höchstens 0,01 Millimeter beträgt; sie schwimmen theils einzeln, theils mit anderen

Zellen von gleicher Grösse zusammenhängend, theils mit kleineren Nebenzellen verbunden, die so mit der grösseren Zelle zusammenhängen, dass zwischen ihnen kein Trennungsstrich zu bemerken ist, in der Flüssigkeit herum. Die Oberhefe erscheint als ein mit einer Hülle versehener Körper, der so durchsichtig ist, dass eine darunter befindliche Zelle deutlich wahrgenommen werden kann; in ihrer Mitte befindet sich ein dunkler Kern, der aus einem oder mehreren Stücken besteht.

Die Unterhefe dagegen besteht wol auch aus Zellen, von denen einige ihrer Grösse nach den Oberhefenzellen ähneln, sie sind aber nicht zusammenhängend wie jene; die meisten der Unterhefenzellen sind bei weitem kleiner und von den verschiedensten Dimensionen; diese kleineren Zellen hängen theils in Gruppen an den grösseren, theils unter sich zusammen, theils, und es ist dies bei dem grössten Theile der Fall, schwimmen sie isolirt in der Flüssigkeit herum. Die Unterhefenzellen hängen nur mechanisch aneinander, eine Erschütterung ist hinreichend, sie zu trennen. In dem Innern der grösseren Zellen bemerkt man deutlich kleinere Zellchen, die sich dem Ansehen nach wie die grosse Zelle verhalten; man zählt deren drei, vier und mehrere, oder es sind dieselben in solcher Anzahl vorhanden, dass sie durch ihre Menge zu einer nebelartigen Masse verschwimmen.

Ich fand durch Versuche bestätigt, dass die *Fortpflanzung der Oberhefe* durch Ausdehnung der Zellenhülle stattfindet und dass eine neu gebildete Zelle erst dann sich fortpflanzen kann, wenn sich im Innern ein Kern gebildet hat, der aber nicht von der Mutterzelle herrührt. Es geschieht fast immer, dass ausgewachsene Zellen mit einem Theil ihrer Brut sich von der ursprünglichen Zelle trennen. Zur Beobachtung der *Fortpflanzung der Unterhefe* brachte ich eine ausgewachsene Unterhefenzelle, in deren Inneren sich ein körniger Kern zeigte, mit concentrirter Bierwürze gemischt unter das Mikroskop. Die Temperatur blieb constant 7—10°. Es gelang nicht, die grosse Zelle von einigen nebenschwimmenden kleinen Zellchen zu befreien, ebensowenig, die Art der Fortpflanzung zu beobachten. Der Inhalt der Zellen bewegte sich und mit der Zeit wurde der verschwommene Inhalt körnig; die neben der Zelle befindlichen Zellchen und Sporen wuchsen und ihre Anzahl nahm zu, bis sich mindestens 30—40 kleine Zellchen entwickelt hatten. Diese Zellen waren entweder aus der Mutterzelle durch Platzen der Zellenhülle geschlüpft oder sie hatten sich aus in der Bierwürze bereits vorhandenen, mikroskopisch jedoch nicht wahrnehmbaren Sporen entwickelt.

Der von der Zellenwandung getrennte Zelleninhalt gab:

	aus Bieroberhefe	aus Bierunterhefe
Kohlenstoff	44,37	49,76
Wasserstoff	6,04	6,80
Stickstoff	9,20	9,17
Sauerstoff, Schwefel und Asche	40,38	34,26

Die Oberhefe enthielt 2,5 pCt., die Unterhefe 5,29 pCt. Asche. Der Schwefelgehalt beträgt durchschnittlich 0,5 pCt.

Ueber *die Rolle*, welche *die Hefe bei der geistigen Gährung spielt*, sind die Ansichten der Chemiker noch ziemlich getheilt. Soviel lässt sich jedoch als gewiss annehmen, dass die geistige Gährung wesentlich auf der Bildung von Hefenzellen, auf der Entwickelung organisirter Substanz beruhe. Hierbei hat man zwei Fälle zu unterscheiden. Die Hefe wirkt nämlich entweder auf reine Zuckerlösung, ohne dass Proteïnkörper vorhanden sind, oder sie wirkt in Gegenwart von Eiweisssubstanzen. Der letztere Fall tritt ein, wenn eine mit Eiweisskörpern versetzte Lösung von gährungsfähigem Zucker sich selbst überlassen bleibt, so dass der Zutritt der atmosphärischen Luft nicht ganz abgeschnitten ist. Die überall und namentlich in Gährungslokalen in der Luft verbreiteten Hefensporen finden in dieser Lösung einen zur Vegetation geeigneten Boden, und indem sie sich darin zu Hefenzellen ausbilden, bewirken sie die geistige Gährung, die in diesem Falle Selbstgährung genannt wird. Möge nun in dem zweiten Falle die Hefenkultur durch künstliche Verjüngung (zu vergleichen der Pflanzmethode der Landwirthe), oder durch die Sporen der Luft (Saatmethode) eingeleitet worden sein, so wird man nach beendigter Gährung immer ernten können, d. h. man wird mehr davon sammeln, als man gewendet hat. Im ersteren Falle, wobei Zuckerwasser mit Hefe zusammengebracht wurde, ohne dass die als Nahrungsmittel der Hefenpflanze nothwendige Proteïnsubstanz vorhanden war, ist die Hefe nach beendigter Gährung erschöpft und nicht ferner im Stande, Gährung zu erregen. Während der geistigen Gährung wird demnach Hefe consumirt; mithin auch in dem zweiten erwähnten Falle, wo Hefe geerntet wird; da sich aber in Folge der vorhandenen reichlichen Nahrung grosse Massen von neuen Hefenzellen bilden, so wird das Gewicht der verschwundenen Hefe durch die Gewichtszunahme der regenerirten Hefe verdeckt.

Bedingungen der geistigen Gährung.

Die Bedingungen der geistigen Gährung fallen zusammen mit den Bedingungen der Vegetation der Hefenpflanze, mit dem Unterschiede jedoch, dass man bei der geistigen Gährung die grösstmögliche Menge Alkohol erzeugen will. Ist nicht die Alkoholproduktion, sondern die Hefenerzeugung der Grund der geistigen Gährung, so kann es vorkommen, dass nur eine geringere Menge Alkohol sich bildet.

Nach dem heutigen Standpunkte der Gährungschemie müssen folgende Bedingungen erfüllt sein, wenn Alkoholgährung stattfinden soll:

1) eine *wässerige Lösung von Zucker* und zwar von 1 Th. Zucker in 4—10 Th. Wasser. Der Zucker kann sein entweder eine gährungsfähige Zuckerart, wie Glycose und Chylariose, oder eine nicht gährungsfähige, wie Rohrzucker oder Milchzucker; in letzterem Falle muss zugleich eine Säure oder ein anderes Agens vorhanden sein, was den Uebergang dieser Zuckerarten in gährungsfähige bewirkt.

2) *Gegenwart von Hefe*, und zwar von Pflanzen (Stellhefe) oder Sporen. Im ersteren Falle nimmt man an, dass 1 Th. Hefe auf 5 Th. Zucker hinreichend sei, um eine kräftige, normal verlaufende Gährung zu bewirken. Soll durch Sporen die Gährung vor sich gehen (Selbstgährung), so müssen die Bedingungen der Entwickelung der Sporen — Proteïnkörper und phosphorsaure Erden und Alkalien — vorhanden sein. Ist demnach keine Hefe vorhanden, so treten zu den Bedingungen der geistigen Gährung

3) *atmosphärische Luft*, insofern dieselbe die zum Einleiten der Gährung erforderlichen Keime liefert;

4) eine gewisse Temperatur, deren Grenzen 5° und 30° sind. In der Regel geht die geistige Gährung jedoch bei einer Temperatur zwischen 9° und 25° vor sich. Je niedriger die Temperatur, desto langsamer verläuft die Gährung, und umgekehrt. Bei einer Temperatur, die höher ist als 30°, geht die Alkoholgährung leicht in andere Gährungsarten, namentlich in Buttersäure über.

Die vier Gewerbe, die sich auf die geistige Gährung gründen, sind:

die Weinbereitung, bei welcher man nicht allen, sondern nur einen Theil des Zuckers des Mostes in Alkohol und Kohlensäure überzuführen sucht. Der Alkohol wird von der vergohrenen Flüssigkeit nicht getrennt. Der grösste Theil der Kohlensäure entweicht. Ein kleiner Theil derselben bleibt in der gegohrenen Flüssigkeit und trägt zu deren Haltbarkeit bei. Bei unterdrückter Gährung wird ein Theil der durch die Gährung gebildeten Kohlensäure von der Flüssigkeit absorbirt und entweicht bei Beseitigung des Druckes unter Schäumen (Schaumweine);

die Bierbereitung, bei welcher die alkoholbildende Substanz Stärkemehl ist; ein Theil desselben geht in nicht gährungsfähiges Dextrin, ein anderer und grösserer Theil in Glycose über, deren Zersetzung in einer kräftigen Gährung bewirkt wird. Ein kleiner Theil der Glycose wird reservirt und dient zur Unterhaltung der Nachgährung, welche durch Temperaturerniedrigung möglichst verlangsamt wird und in Folge der dabei stattfindenden Kohlensäureausscheidung das Bier zum Aufbewahren geeignet macht. Ebenso wie bei dem Weine wird der Alkohol von der gegohrenen Flüssigkeit nicht abgeschieden.

Während man bei der Bierbrauerei nur einen Theil des als Rohmaterial angewendeten Stärkemehls in Glycose überführt und dieselbe nun nach und nach in Alkohol und Kohlensäure verwandelt, ist es dagegen die Aufgabe der Spiritusfabrikation, aus dem gegebenen Material — Stärkemehl oder Zucker — in der kürzesten Zeit die grösstmöglichste Menge Alkohol zu erzeugen, welcher von der gegohrenen Flüssigkeit durch Destillation getrennt wird. Der Zweck der Weinbereitung ist stets die Erzeugung von Wein, die der Brauerei die Fabrikation von Bier, bei der Spiritusfabrikation ereignet es sich dagegen häufig, dass die Erzeugung der Brennereirückstände, als Mastfutter, als Hauptprodukt in den Vordergrund, die des Spiritus als Nebenprodukt in den Hintergrund tritt. Die Spiritusfabrikation ist oft ein Mittel zum Zweck der Herstellung eines concentrirten Viehfutters.

Die Bäckerei gehört bei dem gegenwärtigen Betriebe des Gewerbes in gewisser Beziehung auch zu den Gährungsgewerben, insofern beim Aufgehen des Teiges geistige Gäh-

rung stattfindet. Nur kommt hierbei nicht der Alkohol, sondern nur die Kohlensäure in Betracht, deren Erzeugung der Zweck der durch Sauerteig oder Hefe eingeleiteten Gährung ist.

Bei den vorstehenden Gährungsgewerben sieht man auf die Erzeugung von Alkohol oder von Kohlensäure, oder von beiden zugleich. Aber auch die Bildung von Hefe kann der Zweck der geistigen Gährung sein, wobei der zugleich mit erzeugte Alkohol kaum in Frage kommt. Aus diesem Grunde schliesst sich die Hefenfabrikation den auf geistige Gährung sich stützenden Gewerben an.

Die Weinbereitung.

Wein. Unter dem Namen Wein versteht man in der engeren Bedeutung des Wortes eine alkoholische Flüssigkeit, welche durch Selbstgährung des Traubensaftes und ohne Destillation gewonnen wurde. In der weiteren Bedeutung rechnet man zu den Weinen eine jede durch Gährung eines Obstsaftes entstandene geistige Flüssigkeit.

Der Weinstock und seine Hauptarten. Der Weinstock, eine Pflanze aus der Familie der Sarmentaceen, gedeiht weder in der kalten, noch in der tropischen Zone und in den gemässigten nur unter gewissen Bedingungen, die sich auf das Klima und die Bodenbeschaffenheit erstrecken. Im Allgemeinen geräth er auf dem Festlande Europas noch bis zum 50° n. B. und giebt cultivirt noch bis zum 51—52° n. B. (Sachsen und Schlesien) trinkbaren Wein. Er erfordert eine mittlere Jahrestemperatur von mindestens 10—11° und eine mittlere Temperatur der Sommermonate von 18—20°. Die Jahrestemperatur ist weniger maassgebend, weil die Bildung des Zuckers unter Mitwirkung der Sommerwärme und intensiven Sonnenlichtes vor sich geht. Ein Klima mit strengem Winter und heissem Sommer ist daher dem Weinbau günstiger, als ein Klima mit gemässigtem Sommer und mildem Winter. England mit einer mittleren Jahrestemperatur von 11° ist folglich zum Weinbau gänzlich ungeeignet. Von grossem Einfluss auf die Qualität des Weins ist die Jahreswitterung; während der Periode des Wachsthums ist Feuchtigkeit, während des Reifens Sonnenhitze am zuträglichsten.

Der Weinstock gedeiht fast auf allen Bodenarten, sofern dieselben nur die zur Vegetation der Rebe erforderliche Menge von Kali enthalten; am besten sagt ihm ein warmer, lockerer Boden zu, weniger ein kiesiger, am wenigsten ein schwerer, feuchter Lehmboden mit nassem Untergrund. Besonders gut kommt der Weinstock auf verwitterten Feldspathgesteinen (Granit, Syenit, Gneuss) und auf vulkanischem Boden fort. Thonschiefer, Thonmergel, Gyps, Kalk- und Kreideboden sind dem Weinbau sehr förderlich.

Die Benutzung der Weintraube ist eine höchst mannigfache, ausser zur Bereitung von Most und Wein, wird sie zum unmittelbaren Genusse verwendet; ausserdem dient sie zur Bereitung des ächten Traubenzuckers, des Franzbranntweins (Cognacs), des Weinessigs u. s. w. Die Weintrester (Treber) finden zur Darstellung eines Fermentöles, des Marköles (huile de marc), die Kerne zur Bereitung von Oel, die Weinhefe zur Fabrikation von Potasche Anwendung. Durch Trocknen so zubereitet, dass sie einer längeren Aufbewahrung fähig sind, heissen die Weintrauben Cibeben und Corinthen.

Traubenlese. Da die Trauben um so mehr Zucker enthalten, je reifer sie sind und da sie um so alkoholreicheren Wein geben, je zuckerreicher sie sind, so soll die Traubenlese (der Herbst) nur im möglichst reifen Zustande der Beeren stattfinden. Die Reife erkennt man daran, dass die Beeren der weissen Trauben an der Sonnenseite nicht mehr grün, sondern bräunlichgelb und durchscheinend sind, die der rothen und blauen Trauben schwarz erscheinen und beide schon anfangen welk zu werden, die Kerne sich leicht vom Fleisch lösen und die Traubenstiele braun und welk geworden sind und am Gelenk leicht abbrechen.

Die Trauben werden entweder abgebeert oder sie werden nicht abgebeert. Das Abbeeren (Ablösen, Rappen) von den Traubenstielen (Kämmen oder Trappen) geschieht

entweder mit der blossen Hand, oder mittelst eines Weidengeflechtes, welches 8 — 9 Linien weite Oeffnungen hat, durch die man die abgerissenen Beeren in eine untergestellte Kufe fallen lässt, oder mittelst der Raspel, einem hölzernen oder messingenen Gitter, dessen Stäbe oben scharfe Kanten haben und Zwischenräume zwischen sich lassen, welche den Beeren, aber nicht den Kämmen Durchgang gestatten, oder endlich mit Hülfe der Gabel, einem 18 — 24 Zoll langen Holze, das sich in der Mitte in drei Aeste oder Zinken theilt. Die Kämme enthalten viel Gerbsäure, es ist daher im Ganzen zu empfehlen, alle Beeren, bevor sie zerdrückt werden, von den Stielen zu trennen, selbst bei rothen Weinen, damit die Weine zarter und früher geniessbar werden. In einzelnen Fällen, wenn die Beeren zu wenig Gerbsäure und zu viel schleimige Bestandtheile haben, ist es rathsam, die Kämme nicht von den Beeren zu trennen; die Weine klären sich dann leichter und schneller und werden haltbarer.

Das Pressen der Trauben.

Die noch an ihren Kämmen befindlichen oder von denselben getrennten Beeren werden nun zerdrückt, dadurch geöffnet und der Saft aus denselben blosgelegt. Gewöhnlich zerdrückt man sie vorher nur und presst sie erst später. Das Zerdrücken (Zerstampfen, Austreten) geschieht meist sofort in dem Weinberg in einer Beute (Bottich, Hotte, Mostelschaff) entweder durch Zerstampfen mit einer hölzernen Keule (dem Moster), oder durch Mühlen oder durch Zertreten mit den Füssen. Eine sehr zweckmässige Vorrichtung zum Zerdrücken der Beeren ist eine Quetschmaschine mit zwei cannellirten, locker an einander gestellten Walzen, welche mit Hülfe von Kurbeln in entgegengesetzter Richtung gedreht werden. Will man den erhaltenen Saft (Most, Weinmost, Traubensaft) sogleich von den Kämmen, Kernen und Schalen trennen, so wendet man eine an dem Boden und den Seitenwänden durchlöcherte Butte, in welcher, nachdem der Most abgeflossen ist, die Kämme und Häute zurückbleiben, an. Die Butte ist über dem Gährbottich angebracht. Man hat darauf zu sehen, dass alle Beeren geöffnet und zerdrückt werden, um allen Saft bloszulegen und zur Selbstgährung zu bringen. Soll der Most über den Kämmen und Häuten gähren, so lässt man die ganze Masse beisammen und presst den Saft erst von den Trestern ab, sobald die Gährung mehr oder weniger vorgeschritten ist. Für sich allein gegohren, giebt der Most einen minder gefärbten, reiner schmeckenden, aber weniger haltbaren Wein. Lässt man ihn mit den Schalen gähren, so gewinnt der Wein, wenn die Trauben blau und roth sind, eine rothe Farbe und aromatische Bestandtheile, welche in den Schalen enthalten sind und erst während der Gährung in Folge der Entstehung von Alkohol sich lösen; ein solcher Wein wird weit eher trinkbar, da die Gerbsäure, die aus den Kernen sich löste, eine schnellere Abscheidung der trübenden Proteïnkörper bewirkt. Man erreicht dasselbe Resultat, wenn man die ausgepressten Trester entweder ganz oder nur zum Theil unter den gährenden Most mischt.

Die Weinpressen oder Kaltern (Keltern) sind sehr verschieden construirt; eine gewöhnliche, doch unzweckmässig eingerichtete Presse ist die Baumpresse, in welcher der Druck mittelst einer langen Stange (eines Hebebaums) bewirkt wird; öfters hat diese Stange eine Länge von 40 — 50 Fuss und ist aus 4 — 6 eichenen Balken zusammengesetzt. Diese Pressen üben einen sehr bedeutenden Druck aus, arbeiten aber äusserst langsam und sind unreinlich und unbehülflich. Die Hebelkalter, bei welcher der den Druck bewirkende Balken durch Hebel niedergedrückt wird, ist zwar einfacher, als die Baumpresse, aber auch minder wirksam. Bei den in Ungarn gebräuchlichen Schlittenpressen wird der Druck durch einen mit Steinen belasteten Schlitten hervorgebracht. Der Presskasten selbst besteht aus vier durchlöcherten, von aussen befestigten Holzwänden, zwischen welche der Druck nicht wie bei einer Spindel- oder Kastenpresse mittelst einer Schraubenspindel, sondern mit Hülfe eines Querbalkens ausgeübt wird, der mit seinem hinteren Ende zwischen zwei Holzpflöcken seinen Stützpunkt hat, mit dem vorderen Ende aber etwas über den mit Steinen beschwerten Schlitten hervorragt. Sehr gebräuchlich sind ferner die Schraubenpressen mit Schrauben, die durch lange Hebel bewegt werden; sie sind entweder von Holz oder zweckmässiger von Gusseisen; eine der besten Pressen der Art ist die von Orthlieb, bei welcher der zu pressende Körper in die Form einer langen Säule gebracht wird,

weil derselbe in dieser Richtung die grösste Nachgiebigkeit zeigt und das Abfliessen des Saftes von Innen nach Aussen auf kürzestem Wege geschehen kann.

100 Gewichtstheile Trauben 60—70 Gewichtstheile Most.

Was zuerst in den Pressen abfliesst, ist der Saft der reifsten Trauben; der später bei stärkerem Pressen abfliessende Theil ist immer reicher an Säure und Gerbstoff, welche theils von den unreifen harten Beeren herrühren, die jetzt erst zerdrückt werden, theils aber auch von den Kämmen und Hülsen. Man unterscheidet hiernach Vorwein, Presswein, Tresterwein u. s. w. Die Pressrückstände, die Trester, die ausser Weinsäure, Gerbsäure, auch noch bouquetbildende Substanzen enthalten, übergiesst man mit etwas Wasser und presst sie nochmals, wodurch eine Art Nachwein, Lauer, gewonnen wird. Neuerdings übergiesst man, nach Petiot's Vorschlage, die Trester mit Zuckerwasser und lässt letzteres über den Trestern gähren; die so erhaltene weinähnliche Flüssigkeit heisst petiotisirter Wein.

Chemische Bestandtheile des Mostes.

Die Traube besteht aus den Kämmen, den Schalen oder Hülsen, den Kernen und dem Traubensafte. Unsere Kenntniss über die Zusammensetzung aller dieser Substanzen ist, mit alleiniger Ausnahme des Traubensaftes, eine mangelhafte. Von den Kämmen ist nur bekannt, dass sie neben Cellulose viel Gerbsäure und eine stark sauer schmeckende Säure enthalten, von den Schalen, dass in ihnen der Farbstoff der Trauben — das Oenocyanin — neben kleinern Mengen von Gerbsäure sich befindet, von den Kernen, dass sie neben grossen Mengen einer eigenthümlichen Gerbsäure auch viel fettes Oel (Traubenkernöl) enthalten, dessen fette Säuren mit Aether verbunden zur Bildung des Bouquets des Weines beitragen.

Die Beeren der Weintraube enthalten unter allen Obstsorten den meisten Zucker; der Gehalt an Zucker — ein Gemenge von Glycose und Chylariose — sinkt selten unter 12 pCt., steigt aber auch zuweilen bis zu 26 — 30 pCt. Das Verhältniss zwischen Säure und Zucker gestaltet sich nach Fresenius in guten Jahren und bei guten Sorten wie 1 : 29, in mittleren Jahren und bei leichten Traubensorten dagegen wie 1 : 16. Wird das Verhältniss zwischen Säure und Zucker noch ungünstiger, z. B. wie 1 : 10, so sind die Trauben unreif und schmecken sauer. Der grosse Zuckergehalt und der Umstand, dass die Säure des Traubensaftes zum grössten Theile von zweifach weinsaurem Kali herrührt, das sich mit der Zeit aus dem Weine grösstentheils unlöslich als sogenannter Weinstein abscheidet, machen die Trauben zur Weinbereitung weit geeigneter, als jedes andere Obst, dazu kommt noch, dass die bei der Gährung sich bildenden Aetherarten alle übrigen an Lieblichkeit des Geruches übertreffen. Das Verhältniss zwischen Säure und Zucker im Moste einer und derselben Traubensorte charakterisirt besser als jedes andere Kennzeichen die Jahrgänge; so zeigten nach Fresenius Sylvanertrauben:

in dem höchst geringen Jahre 1847 das Verhältniss wie 1 : 12,
im besseren Jahre 1854 „ „ „ 1 : 16,
im guten Jahre 1848 „ „ „ 1 : 24.

Der Traubensaft oder Most enthält alle in den Weinbeeren enthaltenen löslichen Theile und ist durch darin suspendirte Pflanzentheile trübe.

1 Liter Traubensaft enthält:

	Gramme.
Wasser	860 bis 830
Zucker (Glycose und Chylariose)	150 „ 300
übrige Stoffe (Pektin, Gummi, sogenannte Extractivstoffe, Proteïnsubstanzen, organische Säuren und Mineralstoffe)	30 „ 20
	1040 bis 1150

Die Gährung des Traubensaftes.

Die Gährung des Traubensaftes ist Selbstgährung, d. h. sie erfolgt durch Aussetzen des Traubensaftes an die Luft von selbst, ohne dass es dabei eines Zusatzes von Hefe bedarf. Die eiweissähnlichen Substanzen des Mostes bilden unter Mitwirkung der in der atmosphärischen Luft befindlichen Sporen Hefenzellen, deren Bildung die Ursache der bald eintretenden Trübung des Mostes ist. So wie Hefe auftritt, beginnt die Gährung und setzt sich in den meisten Fällen bei geeigneter Temperatur bis zur Beendigung der Hauptgährung fort. Die Gährung kann aufgehalten werden durch Temperaturerniedrigung, ferner durch schweflige Säure, sowie durch gewisse Schwefelverbindungen, wie z. B. durch das in den Senfsamen

enthaltene Schwefelcyanallyl. Wie früher angegeben, lässt man entweder den ausgepressten Saft für sich allein, oder mit den Trestern, oder endlich mit den Trestern und Kämmen gähren. Die Weingährung ist eine Untergährung und beginnt bei 10—15°. Die Gährung verläuft um so regelmässiger und sicherer, je grösser die Menge der gährenden Flüssigkeit ist; die Gährgefässe sind entweder hölzerne Gährkufen oder Bottiche, oder sie sind von Stein oder gebranntem Thone; erstere verursachen zwar grössere Unterhaltungskosten und leiden durch Trockne und Nässe, leiten dagegen die Wärme weniger leicht ab und werden in Deutschland fast allgemein angewendet. Man lässt den Most entweder in bedeckten oder geschlossenen Gährbottichen, oder in offenen gähren. Handelt es sich um die Herstellung von Traubensaft ohne Trester und Kämme, so beginnt die Gährung bei 9 — 12° nach und nach und ist nach Verlauf von 4 — 5 Tagen im Gange; der Most trübt sich und Kohlensäuregas entweicht unter Bildung einer Schaumdecke, deren Dicke um so geringer ist, je langsamer die Gährung vor sich geht. Dabei nimmt die gährende Flüssigkeit einen alkoholischen Geruch an und der anfangs süsse Geschmack des Mostes verliert sich. Den siebenten Tag etwa werden die Gährungserscheinungen schwächer, bis nach 10 — 14 Tagen die Flüssigkeit sich zu klären beginnt, die Kohlensäureentwickelung aufhört und die Schaumdecke verschwindet. Die während der Gährung entstandene Hefe hat sich am Boden abgeschieden und der junge Wein, welcher die Hauptgährung überstanden hat, kommt zur Nachgährung auf die Lagerfässer.

Abziehen und Lagern des Weines. Nachdem durch die Hauptgährung der grösste Theil des Zuckers des Mostes in Alkohol und Kohlensäure umgewandelt worden ist, findet eine Erniedrigung der Temperatur der gährenden Flüssigkeit statt, welche im Verein mit der Zunahme des Alkoholgehaltes die Gährung dergestalt verlangsamt, dass ihre vollständige Beendigung nicht mit Sicherheit wahrgenommen werden kann. Diese nach der stürmischen Gährung eintretende zweite Gährung heisst die Nachgährung. Wollte man den eigentlichen Schluss derselben in den Gährungsbottichen abwarten, so würde unfehlbar eine Säuerung des Weines eintreten, da die bei der stürmischen Gährung vorhandene Kohlensäureschicht den Wein jetzt nicht mehr vor dem Luftzutritt schützt. Sobald die Kohlensäureentwickelung nur noch eine wenig bemerkbare ist und die Temperatur der gährenden Flüssigkeit fast auf die des Gährlokales herabgesunken ist, giebt man den Wein auf Fässer, in denen die Nachgährung sich vollendet, ohne dass Essigsäurebildung zu befürchten wäre. Bei dem Füllen des Weines auf Fässer werden die Trester zurückgelassen. Die Fässer werden bis an den Schlund gefüllt und der Spund nur lose bedeckt. Täglich oder alle zwei Tage füllt man nach, damit das Fass immer voll bleibe. Zur Nachgährung zieht man grosse Fässer kleineren vor, nicht nur, weil grössere Mengen Flüssigkeit leichter und gleichmässiger vergähren, sondern auch grosse Fässer dem atmosphärischen Sauerstoffe verhältnissmässig weniger Angriffspunkte darbieten. Während der Nachgährung setzt sich an den inneren Wänden der Fässer Weinstein und Hefe, ersterer krystallinisch, letztere als Schlamm, als sogenanntes Fassgeläger ab, von welchem der Wein, sobald die Nachgährung vorüber ist, durch Abstechen oder Abziehen desselben getrennt werden muss. Je nach den klimatischen Verhältnissen und dem Gebrauche zieht man den Wein im Februar oder im März, zuweilen auch schon Ende December auf die Lagerfässer. Mancher Wein bleibt aber auch ein Jahr lang auf der Hefe stehen, ehe man ihn abzieht.

Beim Lagern des Weines findet immer noch eine Art Nachgährung statt und der Wein veredelt sich, indem durch die Gährung nicht nur der Alkoholgehalt etwas zunimmt, sondern auch diejenigen Bestandtheile des Weines auf einander einwirken, aus denen sich die Blume

oder das Bouquet entwickelt, ferner der Wein durch Abscheidung aller suspendirten Hefentheilchen sich klärt und noch Weinstein sich absetzt. Die freie Säure nimmt allerdings bei gewissen Weinen durch das Lagern und das damit nothwendig zusammenhängende Auffüllen zuweilen in einer dem Genuss nachtheiligen Weise zu. Die minder feinen Weine werden nach dem Ablagern in kleinere Fässer abgezogen, welche vorher geschwefelt worden sind; die besseren Weinsorten werden zuletzt auf Flaschen gefüllt und gut verkorkt in horizontaler Lage aufbewahrt.

Bestandtheile des Weines. Der Wein enthält fast alle Bestandtheile des Mostes und Produkte seiner theilweisen Zersetzung; als charakteristische Bestandtheile des Weines, die sich in dem Moste nicht finden, treten auf Alkohol, riechende Bestandtheile, Bernsteinsäure und Glycerin. In dem Weine ist entweder die Gährung vollkommen beendigt und aller Zucker zersetzt, wodurch man die sogenannten *trockenen* (rein geistigen) oder *sauren* Weine (z. B. die Franken- und Rheinweine) erhält, oder es ist in dem Weine noch ein Theil des Zuckers unzersetzt enthalten, sei es, dass die Gährung wegen Mangel an Wasser oder an hefebildenden Substanzen, oder wegen zu niedriger Temperatur nicht zu Ende kommen konnte. Letztere Weine heissen *süsse Weine*, die süssen und dabei dicksaftigen Weine werden *Liqueurweine* genannt. Wenn der Wein mit den Schalen der blauen und rothen Trauben gegohren hat, so nimmt er aus den Schalen entweder bereits darin fertig gebildet enthaltene oder während der Gährung erst entstandene Farbstoffe auf und heisst, wenn er dadurch roth gefärbt ist, *rother Wein*, halbroth *Schiller*, wenn er nur röthlich ist *Bleichert*. Mit Hülfe künstlicher Erwärmung und dadurch hervorgerufener schneller Gährung erzeugter Wein wird *gefeuerter Wein* genannt; junger Wein heisst *grüner* Wein (im ersten Jahre Most), abgelagerter Wein *Firnewein*. Der angenehme Geruch des Weines heisst seine *Blume* (Bouquet), der eigenthümlich gewürzhafte Geschmack, welcher sich scheinbar im Munde erst entwickelt, wird die *Göhr* des Weines genannt. Die *Gähre*, ein in Franken, am Rhein und an der Mosel gebräuchlicher Ausdruck, bezeichnet den eigenthümlichen aromatischen Geschmack und Geruch, der beim Kosten des Weines wahrzunehmen ist; während sich die Blume erst bei der Gährung entwickelt, nimmt man an, dass die Gähre schon den Trauben angehöre. Ist der Wein reich an Alkohol und Extractivbestandtheilen, so sagt man von ihm, *er habe Körper*; enthält er viel Alkohol und ätherische Substanzen, so nennt man ihn *schwer*.

Die mittlere Zusammensetzung des Weines ist folgende:

	In 1000 Theilen
Wasser	900—891
Alkohol (gewöhnlicher) *G*	80— 79
homologe Alkohole (Propyl-, Butylalkohol) *G*	
Aether (Essigäther, Oenanthäther) *G*	
ätherische Oele	
Traubenzucker (Glycose und Chylariose)	
Glycerin *G*	
Gummi	
Pektin	
Farbstoff und Fettsubstanz	
Proteïnkörper	20— 30
Kohlensäure *G*	
Weinsäure und Traubensäure	
Aepfelsäure	
Gerbsäure	
Essigsäure *G*	
Milchsäure *G*	
Bernsteinsäure *G*	
unorganische Salze	

Die mit *G* bezeichneten Stoffe sind erst während der Gährung entstanden.

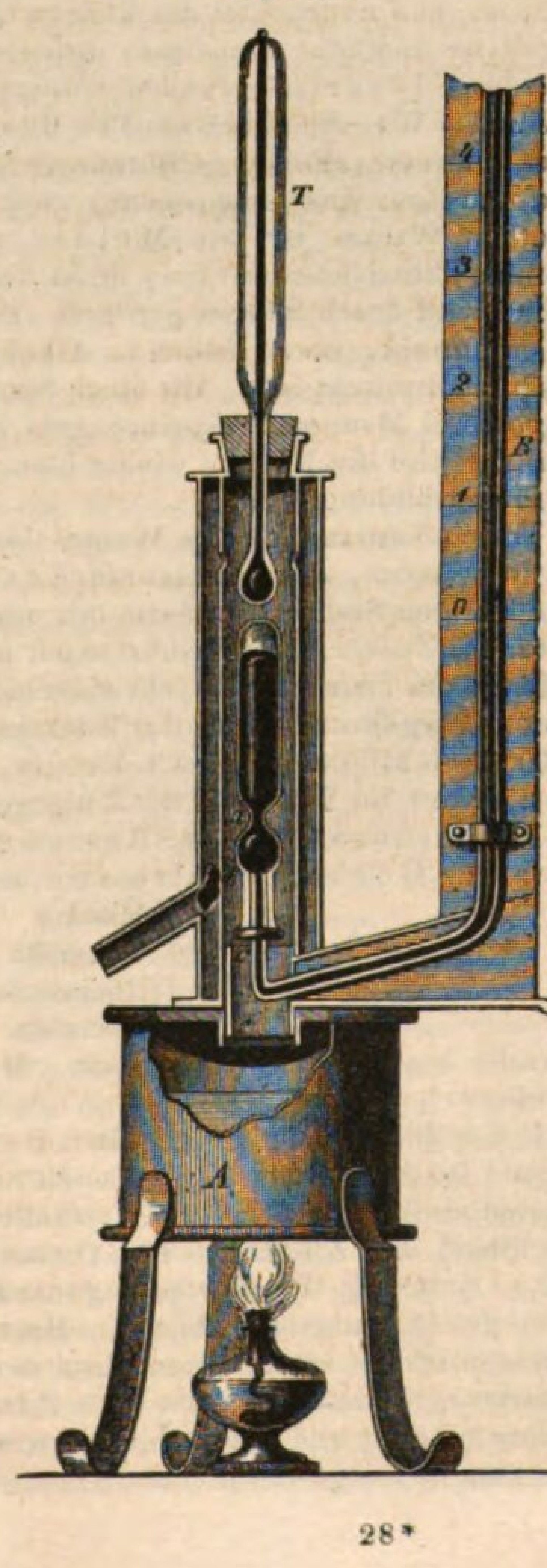
Je nachdem einzelne dieser Bestandtheile vorherrschen, nennt man die Weine süsse Weine, saure oder herbe Weine, adstringirende Weine, moussirende Weine etc.

Der Alkoholgehalt der Weine ist ein sehr verschiedener und richtet sich theils nach der Quantität des in dem Moste vorhanden gewesenen Zuckers, theils auch nach der Menge der hefebildenden Eiweisssubstanzen. Der Alkohol ist hauptsächlich gewöhnlicher Alkohol (Aethylalkohol), ausserdem bilden sich bei der Gährung des Mostes unter gewissen, noch nicht festgestellten Bedingungen Propyl- und Butylalkohol in geringer Menge.

Das spec. Gewicht des Weines kann nicht zur Ermittelung des Alkoholgehaltes dienen, da eben so wie in der Milch, dem Biere und vielen anderen gemischten Flüssigkeiten, neben dem Alkohol, der leichter ist als Wasser, sich Stoffe befinden, die schwerer sind. Das einfachste Mittel, die Menge des Alkohols im Weine kennen zu lernen, besteht darin, den Alkohol abzudestilliren, in dem Destillat mit Hülfe eines Alkoholometers den Alkoholgehalt zu bestimmen und daraus den des Weines zu berechnen.

Gegenwärtig wendet man zur Alkoholbestimmung des Weines auch häufig das Vaporimeter von Geissler in Bonn an, in welchem die Spannkraft der Dämpfe durch eine Quecksilbersäule gemessen wird. Die Tension des Dampfes von absolutem Alkohol ist bei 78,3° dem einer Atmosphäre gleich, während Wasserdampf erst bei 100° einen Atmosphärendruck ausübt. Es lässt sich mithin der Alkoholgehalt einer Flüssigkeit durch die Höhe einer Quecksilbersäule messen, die bei einer genau bestimmten Temperatur durch die sich aus der Flüssigkeit entwickelnden Dämpfe emporgehoben wird. Der angewendete Apparat ist in Fig. 177 abgebildet. Er besteht wesentlich aus vier Theilen, nämlich 1) einem Messinggefäss *A*, zur Hälfte mit Wasser gefüllt, das durch eine untergestellte Lampe bis zum Sieden erhitzt wird; 2) einer 2mal gebogenen Glasröhre *B*, die auf einer hölzernen Scala befestigt ist; 3) einem cylindrischen Gefäss *O*, welches mit Quecksilber und der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt ist; 4) einem Cylinder von Messingblech, in dessen oberem Theile ein genaues Thermometer *T* sich befindet. Bei der Ausführung des Versuches füllt man das Glasgefäss *O*, indem man es umgekehrt in der Hand hält, bis zur Marke *a* mit Quecksilber an und dann vollständig mit der zu untersuchenden Flüssigkeit. Darauf befestigt man diesen Theil des Apparates auf das Kochgefäss, bringt den Messingcylinder über den Quecksilbercylinder und erhitzt das im Kochgefässe befindliche Wasser bis zum Sieden. Die sich entwickelnden Wasserdämpfe steigen in den Messingcylinder empor und erwärmen das Quecksilber und die zu untersuchende Flüssigkeit bis zur Siedetemperatur des Wassers. Dadurch verwandelt sich ein Theil der Flüssigkeit in Dämpfe, welche auf das Quecksilber drücken und dasselbe in der Steigröhre um so höher hinauftreiben, je mehr Alkohol in der Flüssigkeit enthalten ist. Die Scala auf *B* ist so eingerichtet, dass der Stand der Quecksilbersäule anzeigt, wie viel Procente Alkohol dem Gewichte und Volumen nach in der Flüssigkeit enthalten sind. Die nicht flüchtigen Bestandtheile des Weines (Extractivstoffe, Zucker u. s. w.) beeinträchtigen die Resultate nicht. Die freie Kohlensäure muss dagegen vor dem Versuche mittelst frischgebrannten Kalkes, mit welchem man den Wein zusammenschüttelt und dann filtrirt, ent-

Fig. 177



fernt werden. Die in dem Weine enthaltenen flüchtigen Aetherarten sind von nachtheiligem Einflusse auf die Genauigkeit der Resultate; wenngleich vorgeschlagen worden ist, diese flüchtigen Substanzen vor dem Versuche durch Kochen der Flüssigkeit mit Kali zu zersetzen, so hat doch die Erfahrung gelehrt, dass eine vollständige Zersetzung aller flüchtigen Körper des Weines sehr schwierig auszuführen ist, und ein Theil derselben sich der Zersetzung entzieht. Es ist auch nicht unerwähnt zu lassen, dass das Vaporimeter von der Voraussetzung ausgeht, die sich beim Kochen aus dem Weine entwickelnden Dämpfe seien ein Gemisch von Wasser und Dämpfen von gewöhnlichem Alkohol. Da nun aber bei der Gährung des Traubenzuckers sich neben Aethylalkohol auch die homologen Alkohole Propyl- und Butylalkohol in geringer Menge unter noch nicht genau festgestellten Bedingungen bilden, so sind die mit Hülfe des Vaporimeters erzielten Resultate nur dann völlig verlässig, wenn es sich nur um Mischungen von Aethylalkohol und Wasser handelt.

Die rothen französischen Weine enthalten 9—14 pCt. (dem Volumen nach) Alkohol, Burgunder 9, 10 und 11 pCt., Bordeaux 10, 11 und 12 pCt. Champagner enthalten 9 bis 12 pCt., Xeres 17 pCt., Madeira 17 bis 23,7 pCt.

Die in allen Weinsorten sich findende Säure ist ausser der Kohlensäure, Bernsteinsäure, Weinsäure, Aepfelsäure und Essigsäure; diese Säuren finden sich theils im freien Zustande, theils in Gestalt von Salzen, die Weinsäure namentlich in Form von *Cremor tartari* und andern sauren weinsauren Salzen.

Neben einer eigenthümlichen Gummiart, welche zwischen dem arabischen Gummi und dem Bassorin in der Mitte stehen soll, von Fauré mit dem Namen Oenanthin bezeichnet worden ist, und ungeachtet der kleinen Quantität, in welcher es vorkommt, manchem Weine eine gewisse dickliche Consistenz ertheilen soll, ist in der neueren Zeit von Pasteur im Weine das Glycerin gefunden worden, welches darin in der Menge von 0,5 pro Mille vorkommt. Was die Farbstoffe des Weines anbelangt, so haben nur die des rothen Weines Interesse; die der gelbbraun gefärbten Weine sind oxydirte Extractivstoffe, die ihrem Wesen und ihrer Zusammensetzung nach sich den Humussubstanzen nähern. Der Farbstoff des rothen Weines ist von Mulder und Maumené mit dem Namen Oenocyanin (Weinblau) bezeichnet worden; er ist dem Lakmusfarbstoff ähnlich, ist im reinen Zustande blau und wird durch Säuren geröthet. Er ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Olivenöl und Terpentinöl, etwas löslich in Alkohol, der mit kleinen Mengen von Weinsäure oder Essigsäure vermischt ist. Mit einer Spur Essigsäure ist die Lösung prächtig blau, auf Zusatz grösserer Mengen Essigsäure geht die Farbe der Flüssigkeit in roth über; mit Alkali neutralisirt wird die Lösung wieder blau. Ueberschüssige Alkalien zerstören das Oenocyanin unter Humusbildung.

Durch Verdampfen des Weines bis zur Trockne bleiben die nichtflüchtigen Bestandtheile des Weines, das sogenannte Extract zurück; es besteht aus einem Gemenge der nicht flüchtigen Säuren, der Salze mit organischen und anorganischen Säuren mit Oenanthin, Farbstoffen, Zucker, Proteïnsubstanzen und Extractivstoffen, deren Natur nicht bekannt ist. Die Menge des Extractes ist sehr verschieden und richtet sich nach der Art des Weines und nach dem Vergährungsgrade des Zuckers. Fresenius fand in den Rheinweinen als Maximum 10,6, als Minimum 4,2 pCt. Extract, Fischern in den Pfälzer Weinen 10,7—1,9 pCt., F. Schubert im Wein aus der Umgegend von Würzburg 7,2—1,1 pCt.

Die mineralischen Bestandtheile finden sich in dem Weine in geringer Menge; van Gockom, Veltmann und Mösmann fanden in 1000 Th. Wein:

Madera	2,55	Th. Asche
Teneriffa	2,91	„ „
Rheinwein	1,93	„ „
Portwein	2,35	„ „

Die Asche besteht aus Kali, Kalk, Magnesia, Natron, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Chlor.

Ueber die wohlriechenden Bestandtheile des Weines, die oft seinen Werth bedingen, ist etwas Zuverlässiges noch nicht bekannt. Derjenige Stoff, welcher dem Wein den eigenthümlichen Weingeruch ertheilt, ist ein Gemenge von Oenanthäther (Weinblumenäther) mit Alkohol. Der Oenanthäther ist entweder önanthyligsaures Aethyloxyd ($C_{14}H_{13}O_2$, C_4H_5O) oder pelargonsaures Aethyloxyd ($C_{18}H_{17}O_3$, C_4H_5O) und ist ein Produkt der Gährung des Mostes. Hinsichtlich der Blume und des Bouquets ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass es ebenfalls durch während der Gährung sich bildende Aetherarten gebildet wird, die aber ihrer äusserst geringen Menge wegen noch nicht mit Sicherheit erkannt und unterschieden werden konnten. Man weiss, dass bei der Gährung des Zuckers neben gewöhnlichem Alkohol Propyl- und Butylalkohol sich bilden; Bernstein-

säure ferner als constantes Gährungsprodukt auftritt; diese Körper, sowie die in dem Traubensafte vorhandenen Säuren (Weinsäure, Aepfelsäure, Traubensäure), nebst den beim Lagern des Weines sich bildenden (Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure und die Aldehyde dieser Säuren) und den aus dem Oel der Kerne u. s. w. entstehenden (Oelsäure, Palmitinsäure), können nun eine grosse Anzahl von Aetherarten erzeugen, welche je nach den quantitativen Verhältnissen der Componenten den verschiedenen Geruch der einzelnen Weinsorten bedingen mögen.

Krankheiten des Weines. Bei der Behandlung und Aufbewahrung des Weines geschehen oft Fehler, in deren Folge Missverhältnisse zwischen den Weinbestandtheilen sich zeigen und Zersetzungen mannichfacher Art auftreten, die der normalen Beschaffenheit gefährlich sind und mit dem Namen der Krankheiten des Weines bezeichnet werden.

Eine der am häufigsten vorkommenden Krankheiten ist das Zähe- oder Langwerden, wobei der Wein schleimig, dickflüssig wie Oel und fadenziehend wie Leinsamen- oder Althäewurzelschleim wird; diese Krankheit tritt besonders bei an Gerbsäure armen, daher weit häufiger bei weissen als bei rothen Weinen und zwar gern bei solchen auf, welche zu früh auf Flaschen gefüllt wurden. Der Zuckergehalt nimmt dabei ab; es ist daher wahrscheinlich, dass die Glycose sich wie bei der schleimigen Gährung in Pflanzenschleim und Mannit umsetzt. Bei kräftigen, an Alkohol und Weinsäure reichen Weinen verschwindet das Uebel zuweilen von selbst, ebenso verschwindet es zuweilen plötzlich durch starkes Schütteln des Weines bei Luftzutritt, auch meistens, wenn man durch Zuckerzusatz eine neue Gährung einleitet. Um das Langwerden des Weines zu verhüten, ist ein frühzeitiger Zusatz von Gerbsäure anempfohlen worden. François empfiehlt 15 Grm. Tannin auf 230 Liter Wein anzuwenden, welches mit dem Schleim eine unlösliche Verbindung bildet. Das Sauerwerden des Weines besteht in der fortschreitenden Umwandlung des Alkohols des Weines in Essigsäure. Dieser Krankheit ist der Wein am häufigsten ausgesetzt; schwacher Alkoholgehalt, höhere Temperatur, Zutritt der atmosphärischen Luft sind die Ursache des Sauerwerdens des Weines. Ist dasselbe erst im Entstehen begriffen, so kann man ihm vorbeugen, wenn man durch eine neue, durch Zuckerzusatz bewirkte Gährung den Alkoholgehalt und die Kohlensäure, das beste Schutzmittel gegen Sauerwerden, erhöht. Einem bereits merklich sauer gewordenen Weine ist nicht mehr zu helfen und es ist in diesem Falle am vortheilhaftesten, einen solchen Wein vollends in Essig übergehen zu lassen. Imprägniren mit schwefliger Säure kann die Essigbildung einige Zeit verzögern, aber nicht völlig hindern. Hier und da sucht man die Essigsäure durch Zusatz von Weinsäure nach und nach in Essigäther, der keinen sauren Geschmack mehr besitzt und das Aroma des Weines erhöht, überzuführen. Dass man die Essigsäure durch Neutralisation mit Alkalien und alkalischen Erden nicht entfernen kann, da die essigsauren Salze sämmtlich leicht löslich sind, bedarf kaum der Erwähnung.

Das Bitterwerden der Weine hat einen verschiedenen Grund. Es kann vorkommen, dass das Ferment unter noch nicht festgestellten Bedingungen, namentlich Temperaturerhöhung und hohes Alter des Weins, sich in einen bitteren Körper umwandelt, welcher den Wein fast ungeniessbar macht. Maumené schlägt vor, diesen Stoff durch Zusatz von gelöschtem Kalk (0,25—0,50 Grm. pro Liter) auszufällen. Auch die Bildung von braunem Aldehydharz, entstanden aus dem Aldehyd unter Mitwirkung von Ammoniak und Luft, kann einen bitteren Geschmack des Weines hervorrufen. Man hat auch behauptet, dass das Entstehen von citronensaurem Aether, eine allerdings intensiv bitterschmeckende Verbindung, die Ursache des bitteren Geschmackes mancher Weine sei. Das Kahmigwerden hat in dem Entstehen einer Schimmelpflanze in Gestalt einer weissen Haut auf der Oberfläche alkoholarmer Weine seinen Grund und ist stets der Vorbote des Sauerwerdens. Der Kahm lässt sich dadurch entfernen, dass man so lange Wein durch ein Rohr in das Fass treten lässt, bis der Kahm zum Spunde hinausgetreten ist; ist der Kahm im Weine suspendirt, so colirt man ihn durch Leinwand und consumirt den Wein baldigst. Das Abstehen oder Umschlagen des Weines zeigt sich durch Verschwinden des Alkohols und Zersetzung der Säuren des Weines; der Wein erhält einen faden Geschmack und nimmt eine dunkle Farbe an. Bei einem weiter vorgeschrittenen Grade der Krankheit wird der Wein trübe, verbreitet einen übelen Geruch und hinterlässt zuletzt eine saure Flüssigkeit. Das zweifach weinsaure Kali verwandelt sich dabei in kohlensaures Kali, welches letztere die Farbstoffe des Weines und die in ihm enthaltene Gerbsäure in Humussubstanzen überführt. Im Anfang lässt sich dem Uebel durch Zusatz geringer Mengen von Aetherschwefelsäure vorbeugen. Der Fassgeschmack, Fass- und Schimmelgeruch entsteht von alten anbrüchigen Dauben

der Lagerfässer, oder durch Schimmeligwerden der Fässer in dumpfigen Kellern. Behandeln des Weines mit frisch ausgeglühter Holzkohle oder Schütteln mit Olivenöl entfernt zwar den Beigeschmack, entzieht aber auch zugleich einen grossen Theil der aromatischen Weinbestandtheile. In leeren Fässern beseitigt man den Schimmelgeruch am einfachsten durch Ausblasen mit heissen Wasserdämpfen.

Klären und Gypsen des Weines.

Das Klarwerden erfolgt bei den meisten Weinen von selbst, indem sich die hefigen Theile zu Boden setzen, sowie die Gährung beendigt ist. Besonders leicht werden die sogenannten trockenen Weine, d. h. solche klar, welche vollkommen ausgegohren haben und keinen Zucker mehr enthalten. Diese brauchen keine künstliche Klärung. Bei den süssen und fetten Weinen dagegen, welche ausser Zucker noch viele hefebildende Bestandtheile enthalten und die im Weine befindlichen unlöslichen Theilchen sich wegen der Dickflüssigkeit des Weines nicht leicht absetzen können, schreitet man zum Klären oder Schönen, man setzt zu dem zu klärenden Weine einen leim- oder eiweissähnlichen Körper, welcher sich zuerst mit den trübenden Theilen mischt, dann gerinnt oder zusammenzieht und auf diese Weise die unlöslichen Theile entfernt. Man hat dabei nicht zu vergessen, dass die Farbstoffe des rothen Weines Gerbsäurederivate sind und zum grössten Theile gegen Leim sich wie Gerbsäure verhalten und gefällt werden. Die zum Klären angewendeten Körper sind leimgebende, leimartige Substanzen, wie Hausenblase und Leim, Eiweiss, Blut, Milch und Mischungen, welche eine der genannten Substanzen enthalten.

Der hier und da gebräuchliche Zusatz von Gyps zum Wein geschieht in verschiedener Absicht. Bei der Bereitung von rothem Wein soll ein Gypszusatz zum Most die Farbe erhöhen. Die Erfahrung zeigt, dass die rothe Farbe des Weines sich um so kräftiger entwickelt, je länger die Schalen der blauen Trauben mit der gährenden Flüssigkeit in Berührung bleiben; zu gleicher Zeit muss aber auch die Gährung gemässigt werden; dies geschieht nun durch den Gyps, welcher nach Maumené auf verschiedene Weise wirkt. Wendet man denselben als gebrannten Gyps an, so nimmt er Wasser auf und vermehrt auf diese Weise die Menge des Alkohols, dessen schwächende Wirkung auf die gährungserregende Eigenschaft der Hefe bekannt ist. Ferner verwandelt er die löslichen Kalisalze des Weines in unlösliche Kalksalze und in schwefelsaures Kali, eine Umwandlung, die in der That Nutzen haben kann, wenn man in Erwägung zieht, dass man dem *Cremor tartari* die Eigenschaft zuschreibt, das Ferment gelöst zu erhalten, eine Eigenschaft, welche dem schwefelsauren Kali, das sich übrigens zum grössten Theile unlöslich abscheidet, wahrscheinlich abgeht.

Rückstände der Weinbereitung.

Die bei der Weinbereitung sich ergebenden Rückstände und Abfälle bestehen in den Trestern (Kämme, Stiele, Ranken der Trauben, Häute und Kerne der Beeren) und in dem Weingeläger (Hefe und Weinstein). Beide finden mannichfache Anwendung. Was die Trester betrifft, so hat man zuvörderst zu unterscheiden zwischen den mit Wasser ausgelaugten und den nicht ausgelaugten Trestern, welche letztere nicht unbeträchtliche Mengen von Most enthalten; letztere dienen 1) zur Bereitung von petiotisirtem Wein, nicht zu verwechseln mit dem Tresterwein; 2) zur Erzeugung von Branntwein (Tresterbranntwein), wobei nicht nur der in dem Moste enthaltene Zucker in Betracht kommt, sondern auch wahrscheinlich der durch Spaltung der Gerbsäure, die in so grosser Menge in den Trestercomponenten sich findet, entstandene (vergl. S. 432); 3) zur Fabrikation von Grünspan (vergl. S. 56); 4) zur Essigfabrikation und zur Beförderung der Essigbildung aus zucker- oder alkoholhaltigen Flüssigkeiten; 5) als Viehfutter, eine in Frankreich für Pferde, Maulthiere und Schafe übliche Anwendung; 6) die ausgepressten oder schon auf Branntwein oder Essig benutzten Trester können als Brennmaterial sowie als Düngmittel Anwendung finden; 7) die Traubenkerne können auf fettes Oel, das sie in einer Quantität von 10—11 pCt. enthalten, verarbeitet werden; 8) wegen ihres grossen Gehaltes an Gerbsäure kann man die durch Auspressen oder durch Extraction mit Benzol oder Schwefelkohlenstoff von dem fetten Oele befreiten Kuchen zum Gerben, zum Schwarzfärben u. s. w. verwenden; eine sehr vortheilhafte Benutzung wäre ferner deren Verarbeitung auf Weinkerngerbsäure, die in den entölten Kuchen bis zu 7 pCt. sich findet und in allen den Fällen der Weinbehandlung anzuwenden wäre, wo man gegenwärtig das den Bestandtheilen der

Weintraube fremde Tannin anwendet; 9) aus dem Weingeläger stellt man durch Abpressen, Trocknen und Verbrennen Asche dar, die in Burgund und anderen Gegenden zur Fabrikation der Drusenasche (Weinhefenasche, *cendres gravelées*) dient. Auch die Trester verarbeitet man auf Potasche; 10) die Stiele und Kerne geben beim Verkohlen ein schwarzes Farbematerial (Weinrebenschwarz); 11) das Weingeläger, wesentlich aus Hefetheilen und Weinstein bestehend, wird in den Weinländern vor ihrer Verarbeitung auf Potasche oder Weinstein zur Destillation eines eigenthümlich riechenden Branntweins (Drusenbranntwein) benutzt, in welchem sich ein cognacähnlich riechendes Oel befindet, welches unter dem Namen Drusenöl (Weinöl, Cagnacöl, *huile de marc*) im Handel vorkommt; 12) aus dem rohen Weinstein, welcher mit etwas weinsaurem Kalk, Farbstoff und Hefe mehr oder weniger dicke Krusten bildet, die sich theils an den Wänden der Weinfässer absetzen, theils in dem Weingeläger enthalten sind, erhält man durch Reinigen das *Cremor tartari* ($C_8H_4O_{10}$, KO, HO), aus welchem man die Weinsäure darstellt, welche zur Bereitung von Brausepulver und moussirenden Getränken, sowie in der Färberei und Zeugdruckerei eine ausgedehnte Anwendung findet.

Schaumwein. Es war in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, als man in der Champagne, ohne Zweifel durch einen Zufall veranlasst, zuerst auf den Gedanken kam, Schaumwein oder moussirenden Wein zu bereiten. Ausser in der Champagne fabricirte man später in Burgund aus den Côte d'or-Weinen moussirende Weine, kein Wunder daher, wenn auch in Deutschland versucht wurde, das angenehm prickelnde Schäumen bei den inländischen Weinen nachzuahmen; und dass der Versuch gelungen, dies beweist die am Main, am Rhein und am Neckar blühende Schaumweinindustrie, welche in vielen Gegenden Deutschlands den Verbrauch an französischem Schaumwein auf ein Minimum reducirt hat.

Allen Weinen fehlt im Naturzustande die Eigenschaft des Schäumens, welche dem Weine jedoch ertheilt werden kann, wenn man das kohlensaure Gas, welches sich bei der zweiten Gährung, die, wenn man den Wein nach der ersten gewöhnlichen bestehen lässt, entwickelt, gewaltsam zurückhält. Beim Oeffnen der Flasche entweicht dieses Gas und verursacht das für das Auge so erfreuliche Schäumen und Perlen. Die Quelle der Kohlensäure liegt demnach in jedem Weine und alle Weine können in Schaumweine verwandelt werden, den Vorzug verdienen aber im Allgemeinen die süssen Weine vor den trocknen und zucker- und alkoholarmen. Das Moussiren lässt sich unter zweierlei Gesichtspunkten betrachten, einmal bewirkt der Schaumwein, sowie der Kork der Flasche beseitigt wird, einen Knall und später in den Gläsern zeigt er das eigenthümliche Perlen. Beide Effecte sind nicht proportional, der Knall kann ein äusserst heftiger und das Perlen ein sehr schwaches sein, ebenso auch umgekehrt. Stellen wir uns zwei Flaschen mit Schaumwein derselben Sorte vor, mit dem alleinigen Unterschiede jedoch, dass die eine Flasche einen Zusatz einer Substanz erhielt, welche die Löslichkeitsverhältnisse des Weines für das Kohlensäuregas wesentlich veränderte. Die Effecte des Schäumens werden sich nun ganz verschieden äussern. Da der Zuckergehalt in beiden Flaschen der nämliche war, so hat sich auch darin die nämliche Menge Kohlensäuregas gebildet; übt z. B. das Gas in der einen Flasche einen Druck von 5 Atmosphären aus, so wird, wenn das Lösungsvermögen des Weines in der zweiten Flasche schwächer, vielleicht $^1/_{20}$ geringer ist, dieses Zwanzigstel nicht absorbirten Gases, in dem Raume unterhalb des Korkes, in der sogenannten Kammer, sich ansammeln und den Druck auf den Wein bedeutend vergrössern. Um diejenige Menge Kohlensäure, die in der Kammer sich befindet, ist der Wein schwächer an aufgelöstem Gas, der Knall wird ein sehr heftiger sein und der Kork wird weit fortgeschleudert werden, das Perlen dagegen wird, da das aufgelöste Gas in geringerer Menge da ist, verhältnissmässig schwach sein.

Das *Verfahren der Schaumweinfabrikation* in folgendes: Man benutzt vorzugsweise blaue Trauben. Sofort nach der Lese wird der Saft ausgepresst, damit kein Farbstoff aus den Schalen sich löse. Die ausgepressten, halb erschöpften Trester geben beim nochmaligen Auspressen einen röthlich gefärbten moussirenden Wein. Der ausgepresste Traubensaft kommt in Kufen, worin er 24—36 Stunden lang bleibt; er setzt darin erdige Stoffe, vegetabilische Unreinigkeiten und fermentbildende Substanzen ab. Darauf zapft man ihn ab und bringt ihn auf Fässer, welche, damit die Gährung möglichst langsam geschehe, in einem kühlen Keller lagern. So lange die stürmische Gährung dauert, muss das Fass täglich aufgefüllt werden. Beim Einfüllen des Mostes in die Fässer ist es zweckmässig, auf 100 Flaschen Most eine Flasche Cognac zuzusetzen, ein Zusatz, der nicht nur den Zweck hat, den Alkohol-

gehalt und die Löslichkeit des Kohlensäuregases zu erhöhen, sondern und hauptsächlich die Gährung zu mässigen. Nachdem die Hauptgährung vorüber ist, wird das Fass nochmals aufgefüllt und dann verspundet. Gegen Ende December giebt man den Wein in geschwefelte Stückfässer, schönt ihn mit Hausenblase und lässt ihn etwa einen Monat lang ruhig liegen. worauf man ihn von Neuem absticht. Gegen Ende Februar schönt man zum zweiten Male und lässt bis zu den ersten Tagen des Monats April ablagern, worauf man den Wein klar auf Flaschen zieht. Diejenigen Weine, die sich am besten zur Schaumweinfabrikation eignen, sollen im Augenblicke des Abziehens an Zucker, Alkohol und freier Säure in der Flasche enthalten: a) 16—18 Grm. Zucker, b) 11—12 Volumenprocente Alkohol, c) ein Aequivalent von 3—5 Grm. Schwefelsäure an freier Säure. Durch Coupiren ist man im Stande, dem zur Fabrikation bestimmten Weine vorstehende Normalzusammensetzung zu geben.

Die für den Schaumwein bestimmten Flaschen (die bekannten dickwandigen Champagnerflaschen) müssen mit grosser Sorgfalt fabricirt, aus reinen Materialien dargestellt und besonders sorgfältig gekühlt sein. Im Allgemeinen verlangt man von einer Flasche, dass sie ein Gewicht von 850 bis 900 Grm. habe, gleichmässig dickwandig in allen Punkten sei, die in gleicher Höhe liegen, und keine Steinchen in der Masse enthalte; die Mündung soll konisch sein und von dem äusseren Rande abwärts sich allmälig erweitern, dadurch sitzt der Kork fester, hält sich der Wein besser und der Knall wird verstärkt. Ehedem belief sich der Bruch der Flaschen auf 15—25 pCt. und noch mehr; gegenwärtig ist die Flaschenfabrikation so weit vorgeschritten und die Schaumweinbereitung dergestalt regulirt, dass der Bruch im Mittel kaum 10 pCt. beträgt. Ehe der Wein auf Flaschen gefüllt wird, giesst man eine kleine Quantität Liqueur in jede Flasche; dieser Liqueur besteht aus weissem Kandiszucker 150 Kilogr., Wein 125 Liter, Cognac 10 Liter. Die Flüssigkeit wird mit Hausenblase geschönt, dann klar abgestochen und zum jeweiligen Gebrauch im Keller aufwahrt. Je nach dem Geschmack der Consumenten und der Art des zu fabricirenden Schaumweines setzt man zu obigem Liqueur zuweilen Porto, Madera, Kirschwasser, Himbeergeist und dergl. Alle diese verschiedenen Liqueure werden selten in reinem Zustande angewendet, sondern im Augenblicke der Anwendung mit einer besonderen Flüssigkeit, aus einer Mischung von: Wasser 60 Liter, gesättigter Alaunlösung 20 Liter, Weinsäurelösung 40 Liter, Tanninlösung 80 Liter bestehend, gemischt. Man setzt auf ein Stückfass Liqueur 2 Liter dieser Flüssigkeit. Zu *dem Abziehen des Weines* auf Flaschen und zu deren Verschluss werden viererlei Arbeiter verwendet: einer, welcher den Wein auf Flaschen zieht, einer, der sie verkorkt, einer, welcher sie mit Bindfaden, und einer endlich, welcher sie mit Draht verschliesst. Das Verkorken wird durch eine Maschine ausgeführt, die den Kork vollkommen gerade in die Flasche drückt. Nachdem die Flaschen gefüllt, verkorkt und ficellirt sind, legt man sie so nieder, dass der Hals unter einem Winkel von etwa 20° geneigt ist, damit die bei der langsamen Gährung entstehende Hefe in den Hals gelange und sich an dem Kork absetze. Nach 8—10 Tagen vergrössert man die Neigung in demselben Sinne und bringt den Winkel ungefähr auf 45°; nach Verlauf von abermals 2—3 Tagen erhebt man den Boden der Flasche noch mehr, um den Absatz so viel als möglich auf dem Korke zu sammeln; zuletzt stehen die Flaschen vertical mit dem Korke nach unten gerichtet. Durch die Gährung und das Ablagern des Weines ist in allen Flaschen ein aus Hefe, Kleber und dergl. bestehender Niederschlag entstanden, welcher natürlich zur vollständigen Klärung des Weines aus den Flaschen entfernt werden muss. Zu diesem Behufe befinden sich die Flaschen mit der Oeffnung nach unten in mit Löchern versehenen Tafeln. Damit der Absatz sich in dem Halse der Flasche bis auf den Kork herabsenke, muss jede Flasche täglich und ganz gleichmässig etwa 14 Tage lang gerüttelt werden. Zuweilen kommt es vor, dass der Absatz einem Häutchen gleich der Flasche adhärirt und nicht entfernt werden kann; in solchem Falle ist der Wein nicht verkäuflich und muss in den Gährungsbottich zurückgegossen werden. Das beste Mittel, den Absatz pulverförmig zu machen, besteht ohne Zweifel in der Anwendung von Tannin und Alaun, und nur aus diesem Grunde setzt man dem Liqueur, wie oben angegeben, eine kleine Menge einer Flüssigkeit zu, welche diese Substanzen enthält. Der sich bildende Absatz enthält gerbsauren Leim und Proteïnsubstanzen des Weines, ist in Folge eines Alaunzusatzes immer pulverig und giebt einen vollkommen klaren Wein. Hat sich aller Absatz auf den Propfen abgelagert, so schreitet man zum Entfernen des Absatzes, das Degorgiren oder Ausspritzen genannt. Zu diesem Behufe nimmt der Arbeiter eine Flasche mit dem Halse nach unten und prüft den Wein, um sich von seiner Klarheit zu überzeugen, in welchem Falle man den Draht, der den Kork hält, aufdreht. Eine kleine Menge Wein — 40—60 Kubikcentimeter — wird beim Heraustreiben des Korkes lebhaft aus der Flasche herausgeschleudert. Der leere Raum wird mit Liqueur ausgefüllt — diese Arbeit nennt man das

Dosiren. Der Arbeiter entfernt aus der degorgirten Flasche noch 160 Kubikcentimeter Wein (man nennt diese Operation das Dechargiren) und füllt nun den hierdurch und durch das Degorgiren entstandenen Raum mit Liqueur aus. Die Flasche wird mit einem frischen Korke verkorkt, den man mit Bindfaden und mit Eisendraht befestigt. Der Pfropf und die Mündung wird mit Stanniol umwickelt. Der Schaumwein enthält nämlich 6—7 Volumen Kohlensäure und besitzt ein eigenthümliches Aroma, welches sich durch die Einwirkung der Kohlensäure auf die Bestandtheile des Weines zu bilden scheint und vielleicht zum Theil Kohlensäureäther ist. Da die Kohlensäure durch eine Nachgährung entwickelt wird und einer solchen ein mehr als mittlerer Alkoholgehalt nachtheilig ist, so hat man auf den Alkoholgehalt des auf Flaschen zu füllenden Weines grosse Sorgfalt zu verwenden. Der nach vorstehender Methode dargestellte Schaumwein ist gewöhnlich in 18—20 Monaten trinkbar, je nachdem die Jahreszeit der Gährung mehr oder weniger günstig gewesen ist.

Weinveredelung. Der Werth eines Weines ist ausser von seinem Alkoholgehalte und seinem Aroma auch noch von seinem Gehalte an freier Säure abhängig. Je weniger der letzteren er bei gleichem Alkoholgehalte und der erforderlichen Menge von aromatischen Bestandtheilen enthält, um so geschätzter und werthvoller ist er.

Das Verhältniss zwischen den Hauptbestandtheilen des Traubensaftes, Zucker, Säure und Wasser, stimmt in guten Mosten ziemlich überein, und man kann wohl annehmen, dass dieses Verhältniss kein zufälliges sei, sondern dass es zum Charakter und Wesen eines guten Mostes gehöre. Es wäre ohne Zweifel einseitig und mit der Erfahrung im Widerspruche, wollte man den Werth eines Weines nur aus dem gegenseitigen Verhältniss zwischen Alkohol, Zucker und freier Säure im Weine ableiten, indem ja die aromatischen Bestandtheile auf den Wohlgeschmack und auf den Werth von so bedeutendem Einflusse sind, nichtsdestoweniger ist man doch allgemein der Ansicht, dass gute Weine ein gewisses und ziemlich genau bestimmtes Verhältniss zwischen Alkohol, Zucker, freier Säure und Wasser erfordern. Solche Trauben, die sich zur Erzielung eines guten Weines nicht eignen, können in zweierlei Weise behandelt werden. Entweder lässt man den durch Auspressen gewonnenen Saft gähren wie er ist, in welchem Falle man einen geringen oder schlechten Wein erhält. Oder man sucht, gestützt auf chemische Analyse, dem mangelhaft zusammengesetzten Moste diejenigen Bestandtheile zu geben oder auch zu entziehen, welche er in zu geringer oder in zu reichlicher Menge enthält, oder mit anderen Worten, man stellt künstlich in dem Weine ein solches Verhältniss der Bestandtheile dar, dass dasselbe dem guten Moste nahekommt. Diese künstliche Verbesserung des Weines ist wohl von der Weinverfälschung zu unterscheiden, welche dem Weine ungehörige oder der Gesundheit nachtheilige Substanzen zusetzt.

Von den gegenwärtig in Anwendung kommenden Methoden der Weinverbesserung sind als die wichtigsten folgende anzusehen:

1) Zusatz von Zucker zu zuckerarmem Moste (Verfahren Chaptal's),

2) Zusatz von Zucker und Wasser zu zuckerarmem und säurereichem Moste (Verfahren Gall's),

3) nochmaliges Gährenlassen der Trestern mit Zuckerwasser (Verfahren Petiot's),

4) Entziehung von Wasser durch Frost und Gyps,

5) Entziehung von Säure durch chemisch wirkende Mittel,

6) Zusatz von Alkohol zu schwachem Weine.

Der *Zusatz von Zucker* zu zuckerarmem Moste gehört zu den ältesten Methoden, den Wein aufzubessern. Den Römern und Griechen war diese Methode bereits bekannt, da aber damals der Rohrzucker noch unbekannt war und man blos Honig, welcher dem Weine einen eigenthümlichen Geschmack ertheilte, und eingedickten Most kannte, der in den Jahren, wo der Zusatz am nöthigsten war, ebenfalls mangelte, so kam sie wenig in Gebrauch. Chaptal gedachte 1800 in seinem Handbuche des Weinbaues dieses Zusatzes und empfahl, Zucker in dem geringen Moste aufzulösen, bis dieser so dick geworden, wie er von denselben Trauben in den besseren Jahren wird. Dieser Zusatz von Zucker fand allmälig immer mehr und mehr Eingang und wurde seitdem mit dem Namen Chaptalisiren bezeichnet.

Obgleich es nun naheliegt, dem Moste Das zu geben, was die Natur blos durch den Mangel an Sonnenwärme nicht in genügender Quantität zu erzeugen vermochte, so trat doch der allgemeinen Anwendung der Aufwand, den der Zuckerzusatz erforderte, hindernd entgegen. Er lieferte zwar einen alkoholreicheren und darum haltbareren Wein, allein diese Vorzüge gehören doch weniger zu den wünschenswerthesten, selbst wenn diese Vorzüge den erforderlichen Aufwand lohnen sollten. Der bei weitem grössere Theil der deutschen Weine zeigt ausser dem Mangel an Zucker einen Ueberfluss an Säure. Findet nun auch durch den Zuckerzusatz später in Folge des grösseren Alkoholgehaltes eine vermehrte Absonderung des zweifach weinsauren Kalis als Weinstein statt, so enthalten doch die nicht völlig gereiften Trauben eine weit grössere Menge Aepfelsäure als Weinsäure; die Aepfelsäure wird aber nicht ausgeschieden und deshalb bei dem blossen Zuckerzusatze dennoch der Geschmack des Weines beeinträchtigt. Diese Säuren sind, ohne der Qualität des Weines zu schaden, zu vermindern oder unschädlich zu machen. Die Ersten, welche in dieser Hinsicht geeignete Vorschläge, die sich auf den *Zusatz von Zuckerwasser* bezogen, machten, waren Döbereiner in Jena und Lampadius in Freiberg. Balling und nach ihm Gall in Trier haben wesentlich die nämlichen Vorschläge gemacht. Die von Gall empfohlene Methode der Weinverbesserung, das Gallisiren, besteht darin, dass man zuerst die besseren Trauben von den geringeren absondert, um davon einen besseren Bouquetwein darzustellen, statt sie mit der meist grösseren Menge der geringeren Trauben zu vermischen, in deren Safte die Vorzüge der wenigen völlig reifen Trauben gänzlich verschwinden würden. Den Most der geringeren Sorte soll man sofort nach dem Keltern mit so viel Wasser und Zucker mischen, dass sein Gehalt an Säure, Wasser und Zucker dem Gehalt an diesen Bestandtheilen in einem guten Traubenmoste gleichkommt. Durch das Gallisiren erhält der Wein die eine Bedingung des Wohlgeschmacks, nämlich richtiges Verhältniss zwischen Säure, Zucker, Alkohol und Wasser, und wenn er sonach auch nicht so vorzüglich wird, wie Wein aus sehr guten Trauben, indem ihm die andere Bedingung, das Aroma, mehr oder weniger fehlt, so wird er doch weit besser sein, als wenn er durch Gährung aus dem nicht mit Zuckerwasser versetzten Moste aus geringen Trauben bereitet worden wäre, dem nicht nur eine, sondern beide Bedingungen des Wohlgeschmackes abgehen. Wenn das Gall'sche Verfahren vielleicht vom chemischen Standpunkte aus empfohlen zu werden verdient, so ist dabei stillschweigend vorausgesetzt, dass man einen Zucker verwendet, welcher in der That an Reinheit dem Traubenzucker (oder auch Rohrzucker) gleichkommt; ob diese Bedingung immer zu erfüllen ist, möchte eine zweite Frage sein, deren Beantwortung nicht immer bejahend ausfallen dürfte.

Das neuerdings aufgetauchte *Petiotisiren* (von Petiot zu Chaminy in Burgund) geht von der Thatsache aus, dass der nach dem gewöhnlichen Verfahren dargestellte Traubensaft nicht Alles in sich aufgenommen hat, was die Traube an färbenden und aromatischen Stoffen enthält und dass in dem Pressrückstande, dem Marke, den Kernen, den Kämmen noch genug davon enthalten sei, um Zuckerwasser den Geschmack, das Aroma und andere Eigenschaften des Traubensaftes zu geben. Es fehlt an genauen Analysen der Pressrückstände und an hinreichender Erfahrung, um sich gegenwärtig schon über den Werth des Petiotisirens aussprechen zu können.

Zur Verbesserung des Weines hat man ferner die *Anwendung des Frostes* vorgeschlagen, wodurch die wässerigen Theile des Mostes vermindert werden. Nach den Versuchen von Vergnette-Lamotte und Boussingault sind die Wirkungen der Kälte auf den Wein complicirter Natur. Beim Abkühlen des Weines auf eine Temperatur von 0—6° entstehen zuerst Niederschläge von Substanzen, welche bei dieser Temperatur nicht mehr löslich sind. Diese bestehen vorzugsweise in Cremor tartari, färbenden und stickstoffhaltigen Substanzen und einer Flüssigkeit, welche die Eigenschaft besitzt, bei 6° zu erstarren. Wenn man die Weine vorsichtig von diesen ausgeschiedenen Substanzen abzieht, so werden sie kräftiger, feuriger, alkoholreicher; ihr Hauptwerth besteht aber in dem Verluste der Fähigkeit des Nachgährens und des nachträglichen Absetzens in Fässern und auf Flaschen.

Eine *Entsäuerung des Weines* durch chemisch wirkende Mittel findet ausser durch den genannten Gyps statt durch kohlensauren Kalk (Marmorpulver, Kreide), Zuckerkalk und neutrales weinsaures Kali. Ein Zusatz von kohlensaurem Kalk zu dem Moste oder zu dem Weine ist nicht schädlich, insofern der Wein dabei keine oder nur eine sehr geringe Menge von Kalksalzen aufnimmt; dass kohlensaurer Kalk nicht zur Abstumpfung der durch saure Gährung bereits entstandenen Essigsäure dienen kann, in welchem Falle der Wein essigsauren Kalk enthalten und nicht mehr den Namen Wein verdienen würde, bedarf kaum der Erwähnung. Die Anwendung des Marmorpulvers oder der Kreide zur Entfernung eines Theiles der Säure geschieht auf folgende Weise: Man setzt zu einem Theile

von frisch gekeltertem Traubensafte die kohlensaure Kalkverbindung und entzieht ihm dadurch alle freie Säure, so z. B. die im Safte enthaltene freie Weinsäure und die Hälfte der Säure des Cremor tartari; man verdampft diese Flüssigkeit etwas, lässt sie erkalten und den aus weinsaurem Kalk bestehenden Niederschlag sich absetzen. Durch diese Behandlung wird ein Saft gewonnen, aus welchem durch den Zucker die freien Säuren entfernt sind, der durch Verdampfung verhältnissmässig an Zucker gewonnen hat und neutrales weinsaures Kali enthält, denn:

Cremor tartari $2\,C_8\,H_4\,O_{10}$, KO, HO und Marmor $2\,CaO,\,CO_2$	geben	weinsauren Kalk $C_8\,H_4\,O_{10},\,2\,CaO$ neutrales weinsaures Kali $C_8\,H_4\,O_{10},\,2\,KO$ dann $2\,CO_2$ und $2\,HO$.

Setzt man die Flüssigkeit nun zu einem anderen Theile des ursprünglichen Mostes, so wird die freie Weinsäure desselben mit dem neutralen weinsauren Kali des abgedampften Theiles verbunden und auf's Neue Cremor tartari bilden, welcher sich nach und nach abscheidet.

Im Principe theilweise mit der Anwendung von kohlensaurem Kalk gleich ist das von Liebig (1848) vorgeschlagene Mittel der Entsäuerung, das in der Anwendung von neutralem weinsaurem Kali besteht. Liebig ging von der Thatsache aus, dass viele deutsche Weine, namentlich Rheinweine, durch das Lagern und das damit nothwendig zusammenhängende Auffüllen auf der einen Seite zwar an Blume und Geschmack, auf der anderen aber auch in einer dem Genusse nachtheiligen Weise an Säure gewinnen. Anfangs scheidet sich der Weinstein, welcher durch die Verdunstung sowie durch die fortschreitende Alkoholbildung an Löslichkeit verloren hat, ungefähr im gleichen Schritte aus, als er durch das Auffüllen im Fasse vermehrt wird. Allein mit dem Auffüllen empfängt der Inhalt eines Fasses zugleich freie Weinsäure, welche sich ebenfalls vermehrt und von einer gewissen Zeit an die Löslichkeit des Weinsteins wieder steigert. Daher die auffallende Säure sehr alter Rheinweine. Die Abstumpfung der freien Säure durch neutrales weinsaures Kali soll ohne die geringste Beschädigung des Geruches und Geschmackes des Weines geschehen können.

Ein zweckmässiges Mittel zur Entsäuerung solcher Weine, die keine Essigsäure enthalten, ist der Zuckerkalk. Man übergiesst gelöschten Kalk mit der zehnfachen Menge Wasser, rührt gut um, lässt den Kalk absetzen und giesst nach einigen Stunden das über dem Kalkbrei stehende klare Kalkwasser, das einen grossen Theil der Unreinigkeiten des Kalkes enthält, ab, und verwandelt darauf den Brei durch Verdünnen mit Wasser in Kalkmilch, in welcher man Kandis oder Raffinade löst, bis eine klare Flüssigkeit entstanden ist, welche man unter Umrühren in den Wein giesst. Der Kalk wird durch die Säure des Weines unlöslich gefällt, während der Zucker in dem Weine bleibt. Mit dem Zersetzen ist behutsam zu verfahren, da der Zuckerkalk nicht wie der Aetzkalk nur die freie Säure, sondern auch die gebundene niederschlägt.

Ein allgemein üblicher Zusatz zum Wein in der Absicht, ihn stärker zu machen, ist der Weingeist (Sprit). Wenn die Vermischung des Weines mit dem Weingeist — man wendet entweder Franzbranntwein oder entfuselten Kartoffelspiritus an — erst vor kurzem geschah, so kann auch eine nicht geübte Zunge den Alkohol, welcher sich mit den Weinbestandtheilen noch nicht innig gemischt hat, herausschmecken. Ist aber durch längeres Lagern eine vollkommene Vereinigung des Alkoholes mit dem Weine erfolgt, so kann man den zugesetzten Alkohol nicht mehr abscheiden, ihn selbst durch den Geschmack nicht mehr erkennen, vorausgesetzt, dass nicht zu viel zugesetzt wurde. Dass ein geringer Alkoholzusatz zum Wein die Gesundheit der Consumenten nicht beeinträchtigt, ist unzweifelhaft, ebenso, dass gewisse Weinsorten einen mässigen Versatz mit Alkohol bedürfen, wenn sie die erforderliche Haltbarkeit erlangen sollen.

Die Bierbrauerei.

Allgemeines. Unter Bier in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes versteht man dasjenige unvollständig vergohrene und noch gährende geistige Getränk, welches aus gekeimten stärkemehlhaltigen Substanzen, meist aus Gerste und Weizen, seltener Hafer, Mais und Kartoffeln, und Hopfen durch geistige Gährung, aber ohne Destillation gewonnen worden ist. Es enthält die Bestandtheile des Getreides oder Stoffe, die sich aus diesen Bestandtheilen durch Umsetzung gebildet haben (Glycose, Dextrin und Eiweisssubstanzen, Alkohol, Kohlensäure, geringe Mengen von Bern-

steinsäure und Glycerin, organische Stoffe wie phosphorsaure Salze der Alkalien und alkalischen Erden), sowie gewisse extrahirbare Hopfenbestandtheile.

Wir legen bei der Beschreibung des Verfahrens der Bierfabrikation die Methode zu Grunde, die man in Bayern zur Erzeugung des Braunbieres befolgt. Von vornherein ist zu bemerken, dass man Winter- oder Schenkbier und Sommer- oder Lagerbier unterscheidet. Man braut das Bier in Bayern nur in der kälteren Jahreszeit von Oktober bis April, wenn das Thermometer höchstens eine Temperatur von 12 — 13° zeigt. Ein Theil des Bieres wird nach einer kurzen Lagerung in den Fässern während der Wintermonate consumirt, es bildet das Winter- oder Schenkbier. Ein anderer Theil, zu dessen Bereitung mehr Gerste (Malz) und Hopfen genommen wurde, bleibt in besonderen Lagerkellern bis zu den Sommermonaten und wird von der Zeit an, wo die Bierfabrikation aufhört, bis zum Wiederbeginn der Brauerei consumirt; dieser Theil des Bieres wird Sommer- oder Lagerbier genannt.

1 Volumen Malz giebt durchschnittlich 2,5—2,6 Volumen Winterbier,
1 „ „ „ „ 2,0—2,1 „ Sommerbier.

Materialien der Bierbrauerei. Die Materialien der Bierbrauerei sind: 1) Getreide oder Substanzen, welche dasselbe vertreten können, 2) Hopfen, 3) Ferment, 4) Wasser.

Das Getreide. Obgleich als Material zur Bildung des Alkohols im Bier jede stärkemehl- und zuckerhaltige Substanz anwendbar wäre, so giebt man doch in der Praxis den Cerealien den Vorzug und unter diesen wiederum der Gerste, deren Stärkemehlgehalt weniger schwankt als der anderer Getreidearten, die ferner am leichtesten ein gutes Malz liefert, dessen zuckerbildende Eigenschaft grösser ist als das anderer gemalzter Cerealien. In Bayern zieht man die grosse zweizeilige Gerste (*Hordeum distichon*) allen übrigen Gerstensorten vor, weil sich aus einem gleichen Volumen der zweizeiligen Gerste mehr Bier von derselben Qualität erzielen lässt, als von der gemeinen oder sechszeiligen, gleiche Preise aller genannten Gerstensorten vorausgesetzt.

Hopfen. Das, was man in der Bierbrauerei mit dem Namen Hopfen bezeichnet, sind die weiblichen Blüthen (Zapfen, Kätzchen) der Hopfenpflanze (*Humulus lupulus*), einer perennirenden Pflanze aus der Familie der Urticeen.

Die chemischen Bestandtheile des Hopfens. Unter den zarten, dachziegelähnlich übereinander liegenden Schuppen der Hopfenkätzchen befinden sich goldgelbe nierenförmige Körner (Drüsen), die sich durch Klopfen und Absieben von den Blättchen trennen lassen. Diese Drüschen hat man mit dem Namen Hopfenmehl bezeichnet (früher nannte man es Lupulin und suchte darin allein die Wirkung des Hopfens, jetzt weiss man aber, dass auch die übrigen Theile des Zapfens wirksame Bestandtheile enthalten). An einer gründlichen Untersuchung aller derjenigen Hopfenbestandtheile, die in der Bierbrauerei in Betracht zu ziehen sind, fehlt es noch, ausführliche Untersuchungen liegen nur vor über das Hopfenöl, die Gerbsäure und die mineralischen Bestandtheile. Was zuerst das ätherische Hopfenöl anbelangt, welches sich in der Menge von 0,8 pCt. in dem lufttrocknen Hopfen findet, so ist dasselbe gelblich gefärbt, stark, aber nicht bedeutend nach Hopfen riechend, brennend und schwach bitter schmeckend, nicht narkotisch wirkend, von 0,908 spec. Gewichte und Lakmuspapier kaum röthend. Es braucht mehr als das 600fache Gewicht Wasser zur Lösung. Es ist schwefelfrei und gehört zu der Gruppe ätherischer Oele, welche ein Oel von der Formel $C_{10} H_8$ als gemeinsamen charakteristischen Bestandtheil enthalten; es ist ein Gemenge eines mit dem Terpentinöl und Rosmarinöl isomeren Kohlenwasserstoffes $C_{10} H_9$ mit einem sauerstoffhaltigen Oele $C_{20} O_{18} H_2$, das mit dem Valerol die Eigenschaft gemein hat, durch oxydirende Einwirkungen und schon an der Luft in Baldriansäure überzugehen. Die Oxydation des sauerstoffhaltigen Bestandtheiles des Hopfenöles zu Valeriansäure ist die Ursache des dem alten Hopfen eigenthümlichen Käsegeruches.

Die Gerbsäure des Hopfens findet sich in den verschiedenen Hopfensorten in der Menge von etwa 2—5 pCt. Was die Natur dieser Gerbsäure betrifft, so hat sich herausgestellt, dass

a) sie eine sogenannte eisengrünende Gerbsäure ist, b) sie sich beim Behandeln mit Säuren und Synaptase nicht in Gallussäure und Glycose spaltet, c) bei der trocknen Destillation keine Pyrogallussäure bildet.

Das Hopfenharz ist der wichtigste Bestandtheil des Hopfens und enthält die bitteren

Principe. Es ist im Wasser sehr schwer löslich, namentlich in reinem Wasser und bei Abwesenheit des ätherischen Hopfenöles. Wasser jedoch, welches Salze, namentlich Gerbsäure, Gummi und Zucker enthält, löst davon beträchtliche Mengen auf, besonders bei Gegenwart von Hopfenöl. Man muss wohl mit Rautert gewissen Bestandtheilen des Hopfenharzes die Mehrzahl derjenigen Wirkungen zuschreiben, um derentwillen man den Hopfen in der Bierfabrikation verwendet. Es schmeckt anhaltend und intensiv bitter und erleidet, in dünnen Schichten der Luft ausgesetzt, in längerer Zeit eine Zersetzung, in deren Folge (nach Rautert) es unlöslich wird in vielen Lösungsmitteln, in denen es zuvor löslich war. Schneller geht diese Umänderung im Sonnenlichte vor sich. Hopfenharz und Hopfenbitter sind indessen nicht identisch, ersteres ist in Aether löslich, letzteres nicht. Von geringerer Bedeutung sind die übrigen Bestandtheile des Hopfens, der Gummi und extractive färbende Substanzen. Unter letzteren kommt das Quercitrin (Rutin) vor, welches sich durch die Einwirkung von Säuren, und, wie es scheint, auch durch längere Einwirkung der Luft in Quercitrin und Glycose spaltet.

Conserviren des Hopfens. Die Qualität des Hopfens ist von wesentlichem Einflusse auf die Beschaffenheit, die Feinheit des Geschmackes und die Haltbarkeit des Bieres. Ist während der Hopfenernte ungünstiges Wetter, so kann die Qualität des Hopfens beträchtlich leiden. Bei feuchter Witterung lässt sich der Hopfen kaum trocknen, ohne dass an den innern Stengeln der Deckblättchen Schimmelflecken zum Vorschein kommen. Eine Vorrichtung zum Trocknen des Hopfens, unabhängig von der herrschenden Witterung, ist daher äusserst wichtig. Das Trocknen mit Hülfe von erwärmter Luft ist ungenügend, weil es gewöhnlich an dem nöthigen Luftwechsel fehlt; empfehlenswerth sind dagegen diejenigen Hopfendarren, in welchem die Luft mittelst eines Ventilators erneuert und das Wenden des Hopfens, ohne dass Hopfenmehl verloren geht, ausgeführt wird. Der bei einer Temperatur von etwa 40° getrocknete Hopfen wird mit Hülfe starken Pressens gedichtet und in Säcken, am besten wasserdichten, verpackt, versendet.

Um den Hopfen haltbarer zu machen, pflegt man ihn zu schwefeln, d. h. man setzt den getrockneten Hopfen den Dämpfen brennenden Schwefels aus (auf 1 Ctnr. Hopfen verbraucht man 1—2 Pfd. Schwefel). Dieses Schwefeln des Hopfens und Abdarren desselben bei mässiger Wärme nach dem Schwefeln, starke Pressung desselben und Aufbewahrung in luftdicht verschlossenen Räumen — dies sind die bis jetzt bekannten Mittel den Hopfen zu conserviren und dadurch den grossen Schwankungen der Hopfenpreise Grenzen zu setzen. Das zuweilen vorkommende Schwefeln von *altem* dunkler gewordenen Hopfen in der Absicht, demselben die Farbe von frischem Hopfen zu ertheilen — die sogenannte Schönfärberei — lässt sich erkennen, wenn man eine Hand voll des verdächtigen Hopfens in der Hand stark zusammenpresst und in geschlossener geballter Faust unter die Nase hält. Die schweflige Säure lässt sich dann, wofern der Hopfen erst vor einigen Wochen geschwefelt worden war, leicht durch den Geruch erkennen. Die *chemische Prüfung des Hopfens* wird auf folgende Weise ausgeführt: Man übergiesst einige Zapfen des zu untersuchenden Hopfens und etwas Zink in einem Wasserstoffentwickelungsapparate mit Salzsäure und leitet das sich entwickelnde Wasserstoffgas in eine verdünnte Lösung von *basisch essigsaurem Bleioxyd*. Enthielt der Hopfen schweflige Säure, so ist dem Wasserstoffgas Schwefelwasserstoff ($SO_2 + 3\,H = 2\,HO + SH$) beigemengt, der sich durch Bildung von schwarzem Schwefelblei in der Bleilösung zu erkennen giebt. Besser noch ist es, das sich bei diesem Versuche entwickelnde Gas in eine mit einigen Tropfen Kalilauge versetzte Lösung von *Nitroprussidnatrium* zu leiten; die geringste Spur von Schwefelwasserstoff erzeugt eine prächtig purpurrothe Färbung der Lösung.

Surrogate des Hopfens. Anstatt des Hopfens hat man häufig versucht, andere Substanzen wie die Rinden der Pinusarten, Quassia, Tausendgüldenkraut, Wermuth, Bitterklee, Lactucarium u. s. w. anzuwenden; in der neuesten Zeit ist sogar die Benutzung der Pikrinsäure vorgeschlagen worden. Abgesehen davon, dass mehrere dieser Substanzen geradezu einen nachtheiligen Einfluss auf den Organismus ausüben, können diese Körper wohl dem Biere einen bittern Geschmack ertheilen, ersetzen aber keineswegs diejenigen Bestandtheile des Hopfens, um derentwillen derselbe in der Brauerei Anwendung findet. Und diese Bestandtheile sind: eine eigenthümliche Gerbsäure, Harz und bittere Extractivstoffe und endlich das ätherische Oel. Ein Hopfensurrogat müsste demnach diese Substanzen enthalten oder man würde genöthigt sein, zwei bis drei verschiedene Materialien anzuwenden, die zusammengenommen diese Bestandtheile besässen.

Wasser. In Bezug auf das Wasser, dessen man sich in der Brauerei zum Einweichen des Getreides, zum Extrahiren des Malzes und zum Einmaischen bedient, ist zu bemerken, dass die Wahl desselben auf die Güte des Bieres von dem grössten Einflusse ist.

Man unterscheidet weiches Wasser vom harten; ersteres löst Seife ohne Trübung auf, setzt beim Kochen keinen Pfannenstein ab und eignet sich zum Kochen der Hülsenfrüchte, welche in hartem Wasser, das seine Härte kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk verdankt, nicht weich gekocht werden können; hartes Wasser zersetzt Seife und die entstandene Kalkseife setzt sich in weissen Flocken ab; in den Kochgeschirren, Dampfkesseln u. s. w. setzt es Kesselstein ab. Ein Wasser ist um so weicher, je weniger es an mineralischen Bestandtheilen enthält. Das Regenwasser ist als destillirtes Wasser sehr weiches Wasser und enthält nur Spuren organischer Materie, salpetersaures und kohlensaures Ammoniak, das Brunnenwasser und das Quellwasser ist in den meisten Fällen hartes Wasser, das Flusswasser dagegen weiches Wasser.

Zur Bierbrauerei eignet sich unstreitig am besten ein reines, weiches oder doch nur wenig hartes Wasser; man giebt daher dem Fluss- oder Quellwasser vor dem Brunnenwasser den Vorzug, wenigstens so weit, als es sich um die Anwendung des Wassers zum Malzen handelt; zum Einmaischen scheint dagegen ein kalkhaltiges Wasser nicht nachtheilig zu sein, es wird sich zwar, wie Mulder sagt, der in dem Wasser enthaltene Kalk in unlösliches Phosphat umsetzen, es bilde sich aber zu gleicher Zeit eine genügende Menge Milchsäure, um das Phosphat wieder aufzulösen. Es wird dadurch verhütet, dass die Phosphorsäure durch hartes Wasser während des Brauprocesses unlöslich ausgeschieden werde.

Steht kein anderes Wasser zu Gebote, als mit trübenden und organischen Stoffen verunreinigtes, so ist das Wasser vorher durch Absetzenlassen und Filtration zu reinigen. Die Münchener Brauereien wenden Isarwasser an, welches Kalk- und Magnesiasalze theils suspendirt, theils gelöst, in reichlicher Menge enthält und deshalb nicht sofort zum Brauen verwendet, sondern vorher in grosse Behälter geleitet wird, damit sich hier die suspendirten erdigen Theile absetzen können, mit denen jedenfalls auch durch Flächenanziehung ein Theil der aufgelösten Salze niedergerissen wird; durch den Zutritt der Luft wird aber auch der zweifach kohlensaure Kalk u. s. w. zersetzt und auf diese Weise das Wasser von einem grossen Theile der Kalksalze befreit. An anderen Orten reinigt man das zum Brauen anzuwendende Flusswasser durch Filtration durch Lager von Sand, Kies und Kohle.

Ferment. Was das Ferment, die Hefe, betrifft, so verweisen wir theils auf dasjenige, was in der Einleitung zu den Gährungsgewerben im Allgemeinen von der Hefe gesagt wurde, theils auf den speciellen Theil der Brauerei, namentlich auf die Gährung der Bierwürze.

Das Specielle des Brauverfahrens. Die *Beschreibung des Brauverfahrens* lässt sich der leichteren Uebersicht wegen in vier Abschnitte bringen, nämlich in:

1) die Malzbereitung (das Malzen oder Mälzen),
2) die Bereitung der Bierwürze (das Maischen),
3) die Gährung der Bierwürze,
4) die Aufbewahrung und Pflege des Bieres.

Malzen. I. Die Malzbereitung. Die Ueberführung der Gerste in Malz oder das Malzen ist ein unterbrochener Keimprocess und eine Vorbereitung des Getreides für die Zwecke der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei. Das nicht gekeimte Getreide hat nur in sehr geringem Grade die Eigenschaft, die in ihm enthaltene Stärke in Zucker (Glycose) zu verwandeln; diese Eigenschaft entwickelt sich erst während des Keimens und durch dieselbe ist man im Stande, Malz von ungekeimter Frucht zu unterscheiden. Warum man der Gerste vor anderen Getreidearten den Vorzug giebt, hat, wie schon angeführt, darin seinen Grund, dass das Gerstenmalz die zuckerbildende Eigenschaft in noch höherem Grade erlangt, als das Malz anderer Getreidearten.

Das Pflanzenleben zerfällt in drei Perioden. In der ersten entwickelt sich die Pflanze auf Kosten einiger ihrer Organe, welche dabei vollständig erschöpft werden und absterben. Diese Periode ist die Zeit des Keimens. In der zweiten Periode, die des Wachsthums, lebt die Pflanze auf Kosten der Aussenwelt und in der dritten, die der Blüthen- und Fruchtbildung, leben einzelne Theile der Pflanze, die Fortpflanzungsorgane, auf Kosten der ganzen Pflanze, die dabei so erschöpft wird, dass sie ihrem Untergange entgegengeht. Das Keimen, und nur mit dieser ersten Phase des Pflanzenlebens haben wir uns hier zu beschäftigen, bezweckt das werdende junge Pflänzchen für seine erste Entwickelung zu ernähren, namentlich für die Ausbildung der Wurzeln, bis zu dem Punkte, bei welchem sie selbst im Stande

sind, der Pflanze Nahrung zuzuführen. Zu diesem Zwecke hat die Natur eine bestimmte Menge von Nahrungsstoff in eigends dazu bestimmten Gebilden aufgespeichert, welche Nahrung dann der Pflanze so lange zugeführt wird, bis sie sich unabhängig von den Hülfsorganen und selbständig zu erhalten vermag. Das keimende Korn hat mithin grosse Aehnlichkeit mit dem bebrüteten Eie. In dem Eie finden wir unter der Schale das Eiweiss mit dem Dotter und dem Embryo. Ist die Entwickelung des letzteren eingetreten, so erleiden die ihnen zunächst liegenden Theile des Eies eine Veränderung und dienen ihm dann zur Ernährung, die so lange währt, bis das genügend erstarkte Thier auf Kosten der Aussenwelt zu leben im Stande ist. Was bei dem Ei die Schale, das ist an dem Getreidekorne die lederartige Samenhaut (bei der Gerste mit dem stehen gebliebenen Spelzen), was wir dort als Eiweiss und Dotter erkennen, unterscheiden wir bei der Gerste als Eiweiss- oder Mehlkörper, aus Eiweisssubstanz (Kleber) und Stärkemehl bestehend, was endlich im Eie als Embryo auftritt, zeigt sich in der Gerste als Keim, welcher vorn hart an die Samenhaut angedrückt ist, hinten vom Eiweisskörper bedeckt wird. Der Keim besteht aus dem Würzelchen (*radicula*), welches sich zuerst entwickelt und dem Blattfederchen oder Knöspchen (*plumula*), das erst später hervortritt und den kräftigen Halm bildet. Das Blattfederchen nimmt, ehe ihm das Würzelchen aus dem Boden Nahrung zuzuführen vermag, aus dem Eiweisskörper seine Nahrung; es kann aber davon nur Gebrauch machen, wenn durch Einweichen der Gerste der Eiweisskörper löslich gemacht worden ist. Mit der Entwickelung des Keimes findet in dem Samenkorne eine energische chemische Action statt, deren Sitz wesentlich in dem Kleber des Kornes zu suchen ist. Die Quantität der löslichen Bestandtheile des Klebers nimmt zu, ebenso die Eigenschaft, die Stärke ebenfalls in einen löslichen Körper, in Dextrin und Zucker zu verwandeln. Hier ist nun die Stelle, an welcher sich die Zwecke der natürlichen Keimung behufs der Entwickelung der Pflanze, und die Zwecke der Industrie, die Malzbereitung begegnen. Das Wesen der letzteren liegt nämlich in der Entwickelung der höchsten zuckerbildenden Eigenschaft der gekeimten Gerste, das Schwierige der Operation, das Keimen zur rechten Zeit zu unterbrechen, damit nicht der Blattkeim einen grossen Theil des Eiweisskörpers verschlinge und zur Entwickelung der Gerstenpflanze beitrage.

Die Bedingungen des Keimens der Gerste sind immer dieselben, möge sich dieselbe als Saat in dem Ackerboden befinden, oder das Material zur Malzbereitung sein. Diese Bedingungen sind: Sättigung der Gerstenkörner mit Feuchtigkeit, eine Temperatur, welche nicht höher als 40°, nicht niedriger als 4° sein darf, Zutritt der atmosphärischen Luft zu den Samen und Abhaltung des Lichtes.

a) Das Einweichen oder Einquellen der Gerste in Wasser geschieht in den Quellbottichen oder Weichen. Man will dadurch der Gerste die zum Keimen erforderliche Feuchtigkeit geben, ferner sucht man dieselbe dabei von allen Unreinigkeiten und tauben Körnern zu befreien. Die Bottiche oder Weichen sind von Holz, Sandstein oder Cäment aufgeführt; man füllt sie zur Hälfte mit Wasser an und schüttet die Gerste in dieselben unter beständigem Rühren ein. Es wird soviel Wasser zugesetzt, dass es einige Zoll hoch die Gerste bedeckt. Die gesunden Körner sinken nach einigen Stunden unter, während die sich auf der Oberfläche des Wassers abscheidenden tauben und beschädigten Körner abgeschöpft und unter dem Namen Abschöpfgerste als Viehfutter Verwendung finden.

Indem das Wasser nach und nach die Substanz der Körner durchdringt und diese erweicht und aufschwellt, löst es gewisse Bestandtheile aus der strohigen Hülse auf; dadurch nimmt das Wasser eine braune Farbe und einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack an und hat grosse Neigung in Milch- und Buttersäuregährung überzugehen. Diese Veränderung würde einen nachtheiligen Einfluss auf das Malz ausüben, wenn man ihm nicht durch das Wechseln des Weichwassers zuvorkäme, welches letztere so oft wiederholt werden soll, bis das Wasser nicht mehr trübe abfliesst. Die Dauer des Einweichens ist von der Beschaffenheit und dem Alter der Gerste, von der Temperatur des Wassers u. s. w. abhängig. Bei junger frischer Gerste sind 48 — 72 Stunden genügend, während bei älterer und kleberreicher Gerste oft 6—7 Tage erforderlich sind. Um eine gleichmässige Weiche zu erzielen, muss desshalb Gerste von möglichst gleicher Beschaffenheit und gleichem Alter angewendet werden. Nachdem die Quellreife eingetreten ist, lässt man die Gerste noch 8—10 Stunden zum Abtropfen in der Weiche liegen, bevor man sie auf die Malztenne zum Keimen bringt. Die Quellreife erkennt man daran: 1) dass das Korn mit dem Nagel leicht gebogen werden kann, ohne zu zerbrechen, 2) die Hülse sich leicht löst, wenn man das Korn der

Länge nach zwischen den Fingern drückt, 3) das Korn an einem Holze gestrichen, einen mehlartigen Strich giebt. Es ist rathsam, die Gerste eher etwas zu wenig als zu viel zu weichen, weil durch zu langes Weichen die Keimkraft leicht zerstört wird, mithin beim Wachsen viele Körner ausbleiben. Die normal geweichte Gerste besitzt einen aromatischen, an Aepfel erinnernden Geruch. Im Allgemeinen beträgt die Menge des von der Gerste aufgenommenen Wassers 40 — 50 pCt., wodurch ihr Volumen um 18 — 24 pCt. zunimmt. Ungeachtet dieser Gewichtszunahme durch Wasserabsorption erleidet die Gerste einen Gewichtsverlust an Substanz von 1,5—2 pCt.

b) Das Keimen der gequellten Gerste. Sobald die Gerste mit Feuchtigkeit gesättigt ist, beginnt die Thätigkeit des Keimes und die Umwandelung des Stärkemehls in Zucker. Letztere geht langsam vor sich und hält mit der Entwickelung und dem Nahrungsbedürfniss des jungen Pflänzchen gleichen Schritt. Kurze Zeit nach der beginnenden Entwickelung des Blattfederchens, wo die zuckerbildende Kraft der Gerste ihr Maximum erreicht hat, muss der Keim getödtet werden. Mit der Tödtung desselben erlischt die zuckerbildende Kraft nicht, sie lässt sich vielmehr ohne dessen störende Dazwischenkunft ausbeuten. Es ist die Aufgabe des Mälzers, durch Regulirung der Temperatur das Keimen zu überwachen und zur gehörigen Zeit zu unterbrechen. Das Local, in welchem das Keimen vor sich geht, heisst die Malz- oder Haufentenne oder der Wachskeller.

Das Keimen der Gerste wird dadurch eingeleitet, dass man die geweichte Gerste auf dem Fussboden der Malztenne zu einem 4 — 5 Zoll hohen Haufen — der Malzscheibe oder dem Beet — ausbreitet, und anfangs alle sechs, später alle acht Stunden umschaufelt, bis die Oberfläche getrocknet erscheint. Während des Abtrocknens der Haufen (Malzscheiben oder Beete genannt) erscheint der Keim als weisser Punkt, aus welchem sich mehrere Würzelchen entwickeln. Dieses beginnende Keimen wird das Guzen oder Aeugeln genannt. Sobald dasselbe bei allen Körnern gleichmässig eingetreten ist, steigert man die Temperatur durch stärkeres Zusammensetzen der Haufen, d. h. dadurch, dass man dem Haufen eine Dicke von einem Fuss giebt und längere Zeit, ohne zu schaufeln, liegen lässt. Die Temperatur des Haufens steigt 6—10° über die der Umgebung und bewirkt eine starke Verdunstung von Feuchtigkeit, die sich in den oberen Schichten des Haufens verdichtet. Man nennt letztere Erscheinung das Schweisstreiben oder Schwitzen. Zu gleicher Zeit entwickeln sich grosse Mengen von Kohlensäure, und es ist dabei ein angenehmer, obstartiger Geruch wahrzunehmen. Das Umschaufeln wird gewöhnlich zum dritten Male wiederholt. Die Würzelchen haben zu dieser Zeit bereits die Länge von einigen Linien und sind ineinander geschlungen und gleichsam verfilzt. Jetzt ist der Zeitpunkt gekommen, wo der Entwickelung des Keimes entgegengetreten werden muss; dies geschieht durch Erniedrigung der Temperatur auf die Weise, dass der Haufen ausgezogen, d. h. um einige Zoll dünner gelegt wird. Der Mälzer beurtheilt das Fortschreiten und die Beendigung des Keimens nach der Länge der Wurzelfasern; bei hinreichend gekeimter Gerste sollen die Keime die Länge des Kornes um den vierten Theil oder um die Hälfte übertreffen, und so ineinander verfilzt sein, dass mehrere Körner ineinander hängen bleiben. Die Dauer des Keimens beträgt während der wärmeren Jahreszeit 7 — 10 Tage; gegen das Ende des Herbstes 10—16 Tage. Das Keimen ist um so schneller beendigt, je mehr sich die Temperatur während desselben steigert. Die mittlere Keimzeit beträgt 8 Tage. Der Frühling und der Herbst sind dem Keimen günstiger als der Sommer. Der Gewichtsverlust, welchen die Gerste während des Keimens erleidet, macht gegen 3 pCt. aus; er kommt auf Rechnung des Kohlenstoffs der Gerste, welcher durch den atmosphärischen Sauerstoff zur Kohlensäure oxydirt wird.

c) Das Trocknen und das Darren der gekeimten Gerste. Sobald der Keimprocess der Gerste hinreichend vorgeschritten ist, wird durch schnelles Entziehen von Wärme und Feuchtigkeit der Keim getödtet. Zu diesem Zwecke bringt man die gekeimte Gerste (das Grünmalz) auf den Trockenboden (Schwelkboden, Welkboden oder Schwelche), ein gewöhnlicher Getreideboden, oder ein anderer dem Luftzug ausgesetzter Ort, der in der Nähe der Darre liegt. Das Grünmalz wird auf dem Trockenboden 2 — 3 Zoll ausgebreitet und täglich zur Verhinderung jeder Erhitzung 6 — 7 mal umgerührt. Nachdem das Malz

getrocknet ist, entfernt man die Würzelchen; ein Theil derselben fällt von selbst ab, ein anderer Theil wird durch Treten mit Holzschuhen von dem Malze getrennt und vermittelst einer Wurfmaschine gesondert. Das so erhaltene Malz, Luftmalz (Schwelchmalz) unterscheidet sich von der gekeimten Gerste nur durch Verminderung der Feuchtigkeit, die chemische Beschaffenheit ist dieselbe geblieben.

Für einige wenige Biere wendet man das Malz nur im getrockneten Zustande als Luftmalz an, für die meisten Biersorten jedoch wird es vorher einem besonderen Röstprocesse, dem Darren unterworfen, wodurch das Luftmalz in Darrmalz übergeht. Wird nämlich das Malz während des Trocknens einer Temperatur ausgesetzt, die der Siedehitze des Wassers nahe liegt, so erleidet das Malz eine wesentliche Veränderung, welche sich durch eine dunklere Farbe und durch einen angenehmen Geschmack kundgiebt. Diese Veränderung ist eine Folge der fortgesetzten Einwirkung der zuckerbildenden Kraft auf das Stärkemehl, hauptsächlich ist sie aber durch Rösten der Malzbestandtheile hervorgebracht. Die bei dem Darren angewendete Temperatur ist von dem grössten Einflusse, weil die Temperaturgrade, bei welchen das Malz die günstige Umwandelung erfährt und diejenigen, wobei es untauglich wird, nicht weit von einander liegen. Ehe man das Malz der zum Darren erforderlichen Temperatur aussetzt, wird es vorher auf den Trockenboden gebracht und sodann auf der Darre bis 30—40° erhitzt. Wollte man das Grünmalz sofort stark erhitzen, so würde das Stärkemehl in Kleister übergehen und sich das Korn in eine hornartige für das Wasser undurchdringliche Substanz (Glasmalz, Steinmalz) umwandeln, wodurch es zum Brauen untauglich wird.

Von den jetzt üblichen Malzdarren seien folgende angeführt, von vornherein aber bemerkt, dass jede Darre wesentlich aus zwei Theilen besteht, nämlich der Darrfläche oder Darrplatte, auf welche das zu darrende Malz gebracht wird, und der Darrheizung, durch welche man das auf der Darrfläche befindliche Malz erhitzt. Ehedem bestand die Darrfläche aus Kacheln oder Steinplatten, gegenwärtig ist sie stets durchbrochen (Hürde) und besteht entweder aus siebähnlich durchlöchertem Metallblech (Blechdarren, Plattenhürden) oder aus Drahtgeflecht oder Kupfer (Drahtdarren, Drahthürden). Man unterscheidet Rauch- und Luftdarren. Zu den ersteren werden die aus der Darrfeuerung sich entwickelnden heissen Verbrennungsgase durch den Heizkanal in einen oberhalb befindlichen, trichterförmig sich erweiternden Raum, die Sau, geführt, auf welchem sich die Darrplatte befindet. Diejenigen Brennmaterialien, welche wie Koks keinen Rauch geben, sind für diese Art Darren am zweckmässigsten. Bei Anwendung von Holz wird das Malz dunkler und nimmt einen Rauchgeschmack an, welcher sich dem aus dem Malze erzeugten Biere mittheilt. Die Construction der Luftdarren ist der Art, dass die Verbrennungsgase in keine unmittelbare Berührung mit dem zu darrenden Malze kommen, sondern durch die Feuerung und die Feuergase ein Strom erwärmter Luft erzeugt wird, welcher sich unter der Darrfläche vertheilt und dieselbe durchdringt. Wenn dabei die Darrplatte nicht horizontal liegt, sondern nach zwei Seiten hin sich abdacht, so nennt man die Darre eine Satteldarre. In Bayern combinirt man in den grösseren Brauereien Luft- und Rauchdarren, indem man die Verbrennungsgase, die von den Braupfannen abziehen, durch einen unter der Darrfläche hin- und hergehenden Kanal von Eisenblech leitet, dagegen die Feuergase von einer besonderen Feuerung (Darrfeuerung) unmittelbar mit Hülfe steinerner durchbrochener Kanäle unter die Darrfläche strömen lässt. Neuerdings construirte man häufig sogenannte Doppeldarren, bei welchen über der gewöhnlichen Darrfläche im Abstande von 4—8 Fuss eine zweite angebracht ist.

Es wird das Darrmalz nicht überall und in allen Fällen demselben Grade der Darrung (50—100° C.) unterworfen, deren Produkt man nach der Farbe als gelbes, bernsteingelbes und braunes Malz unterscheidet. Während bei den genannten Malzarten das Darren nur eine schwache und oberflächliche Veränderung bewirkt hat, stellt man zuweilen Malz (Farbemalz) von dunkelkaffeebrauner Farbe dar, welches in seiner ganzen Masse durch Röstung verändert ist und in den englischen Brauereien zum Färben des Porters angewendet wird; man röstet es ähnlich dem Kaffee in blechernen Cylindern über freiem Feuer. Die zuckerbildende Kraft des Malzes ist darin völlig vernichtet, die Stärke ist in Leiokom, der Zucker in Caramel übergegangen. Nach dem Darren befreit man das Malz von den Malzkeimen auf dieselbe Weise, wie dies beim Luftmalze geschieht.

100 Th. Gerste geben durchschnittlich 92 Th. Luftmalz. Die 8 Th. Verlust vertheilen sich in folgender Weise:

das Einquellwasser führt weg	1,5
Verlust auf der Malztenne	3,0
Verlust an Wurzelkeimen	3,0
anderer Verlust	0,5
Gesammtverlust	8,0

Der Feuchtigkeitsgrad des Luftmalzes ist dem der Gerste gleich und beträgt 12—14 pCt., welche beim Darren vollständig ausgetrieben werden. Die Veränderungen, welche das Luftmalz beim Uebergang in gedarrtes Malz erleidet, lassen sich am besten aus folgenden von Oudemans angestellten Analysen übersehen:

	Luftmalz.	Gedarrtes Malz.	Stark gedarrtes Malz.
Röstprodukte	0,0	7,8	14,0
Dextrin	8,0	6,6	10,2
Stärkemehl	58,1	58,6	47,6
Zucker	0,5	0,7	0,9
Zellenstoffe	14,4	10,8	11,5
Eiweissstoffe	13,6	10,4	10,5
Fett	2,2	2,4	2,6
Asche	3,2	2,7	2,7

Der Zuckergehalt erhöht sich daher während des Darrens nur unbedeutend, der Gehalt an Dextrin (Leiokom, Röstgummi) nimmt dagegen beim starken Darren zu und zwar in demselben Verhältnisse, in welchem der Stärkemehlgehalt abnimmt.

Bereitung der Bierwürze.

II. Die Bereitung der Bierwürze. Unter Würze (Bierwürze) versteht man die aus Malz und Hopfen bereitete zucker- und dextrinhaltige Flüssigkeit, welche später durch Gährung in Bier übergeht. Ihre Bereitung zerfällt in drei Operationen, nämlich in:

a) das Schroten des Malzes,
b) das Maischen oder Einmaischen,
c) das Kochen und Hopfen der Würze.

a) *Das Schroten des Malzes.* Die Bierwürze wird durch Extraction des Malzschrotes mit Wasser erhalten. Zu diesem Behufe muss das Malz zweckmässig zerkleinert (geschroten, gerissen, gebrochen) werden. Eine feine Pulverung zu Mehl würde zwar die Extraction der auflöslichen Theile des Malzes befördern, allein aus einem zu feinen Malzmehle würde nur äusserst schwierig die Würze klar, durch Filtration (im Maischkasten) erhalten werden können.

Das Schroten geschieht entweder auf gewöhnlichen Mahlmühlen, wo es dann erforderlich ist, um das Zerreiben der Hülfe möglichst zu vermeiden, das Malz vorher mit Wasser zu netzen, oder auf Schrot- oder Malzquetschmaschinen, welche zum Zerkleinern des Malzes vor den Mahlmühlen unstreitig den Vorzug verdienen, indem so behandeltes Malz sich vollständiger extrahiren lässt, beim Maischen leichter bearbeitet werden kann und die Würze schnell ablaufen lässt. Es lässt sich erklären, dass das zwischen Walzen zerquetschte Malz mehr Extract giebt, als das durch Schroten zerstückte, weil die Walze jeden Theil des Kornes gleich stark trifft und so die Hülse gleich gut abdrückt und löst.

Maischen.

b) Das Maischen hat zum Zweck, nicht nur den in dem Malz enthaltenen Zucker und das Dextrin, überhaupt alle extrahirbaren Stoffe auszuziehen, sondern auch aus dem noch vorhandenen unveränderten Stärkemehl mit Hülfe der sogenannten Diastase, des Wassers und einer geeigneten Temperatur, Zucker und Dextrin zu bilden. Dem eigentlichen Maischen geht das Einteigen voran, wobei das gebrochene Malz mit Wasser befeuchtet und erweicht wird. Uebergösse man das Malz sogleich mit heissem Wasser, so würden sich klumpige Massen bilden, die sich nur schwierig zertheilen lassen. Zu heisses Wasser würde das Stärkemehl des Malzes in Kleister verwandeln, der die auflöslichen Theile umhüllt und das Eindringen des Wassers verhindert; die Diastase wird ferner durch zu heisses Wasser unwirksam. Das zur Extraction des Malzes nothwendige Wasser wird nie auf einmal, sondern in

getheilten Portionen angewendet. Die höhere Temperatur ist in einer dicken Maische auch besser zu erhalten als in einer dünnen; die Zuckerbildung wird also auf diese Weise befördert, da die thätigen Theile bei einander bleiben.

Die Maischmethoden sind sehr verschieden; darin kommen aber alle überein, dass man die Zuckerbildung (Verzuckerung) in denselben Behältern vornimmt, in welchen das Ausziehen erfolgt. Je nach der Art und Weise, die Maische auf die zur Verzuckerung geeignete Temperatur von 75° C. zu bringen, unterscheidet man folgende zwei Maischmethoden:

a) die Infusionsmethode, nach welcher die Maische einen bestimmten Wärmegrad erhält, ohne dass irgend eine Portion derselben bis zum Sieden erhitzt wurde. Man bringt das eingeteigte gebrochene Malz durch heisses Wasser (*erster Guss*), auf die Maischtemperatur, lässt die Würze nach hinreichend erfolgter Verzuckerung von dem Rückstande ab und gewinnt diejenige Portion Würze, die von den Trebern zurückgehalten wird, durch nochmalige Zusätze von heissem Wasser (*zweiter, dritter Guss*); die Infusionsmethode ist in einem grossen Theile des nördlichen Deutschlands, in Frankreich, England, zum Theil in Oesterreich und in einigen Gegenden Bayerns gebräuchlich;

b) die Decoctionsmethode. Nach ihr macht man im Gegensatze zu der Infusionsmethode vom theilweisen Siedenlassen der Maische Gebrauch;

α) wendet man das Dickmaischkochen an, so wird das mit vielem Wasser eingeteigte Malzschrot nicht auf die Maischtemperatur erhoben, sondern diese dadurch erzielt, dass man einen Theil der Maische in der Braupfanne bis zum Sieden erhitzt, dann zu der übrigen Maische im Maischbottich giebt und dies einigemal wiederholt, bis die Maische die zur Verzuckerung geeignete Temperatur erlangt hat;

β) nach dem Lautermaischkochen bringt man das eingeteigte Malzschrot auf die Maischtemperatur, giebt die erste Würze in die Pfanne und bringt sie siedend auf das Schrot zurück.

Das Einteigen oder Einmaischen geht in den Maischgefässen vor sich; sie sind entweder runde Bottiche oder viereckige Maischkasten von Holz und mit einem doppelten Boden versehen. Der obere der beiden Böden ist durchlöchert und befindet sich einige Zoll über dem unteren. Zwischen den Böden ist ein Hahn zum Ablassen der Würze angebracht. In grösseren Brauereien ist der hölzerne Seihboden durch einen metallenen Seihboden verdrängt. Man lässt das heisse Wasser nicht von oben, sondern von unten in den Maischbottich einfliessen und so zu dem Malzschrot gelangen, zu welchem Behufe ein hölzerner vierseitiger Kanal oder zweckmässiger ein weites kupfernes Rohr (der Pfaffe) vom obern Rande des Bottichs bis unter den Seihboden herabreicht. Wird das Maischen mit Hülfe einer Rührvorrichtung ausgeführt, so steht der Pfaffe nicht in dem Bottich selbst, sondern ausserhalb desselben und zwar am zweckmässigsten auf dem Rohr des Abschlusshahnes. Unter den Maischgefässen befindet sich ein grosser Behälter, der Biergrand; dieser Behälter ist entweder von Stein, Cäment, Holz oder aus Mauerwerk, stets aber mit Kupferblech bekleidet und hat die Bestimmung, die von den Maischgefässen ablaufende Flüssigkeit aufzunehmen. Dort, wo die Maische sogleich in die Braupfanne fliesst, fällt selbstverständlich der Biergrand hinweg. Das Durcharbeiten der Masse während des Maischens geschieht entweder durch Handarbeit mit Hülfe von Krücken, oder durch besondere mechanische Rührvorrichtungen (Maischmaschinen), die durch Wasser- oder Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden.

Decoctionsmethode. Gehen wir nun zur Beschreibung des eigentlichen Maischprocesses über und beginnen wir mit der Decoctionsmethode. Das Einteigen geschieht in dem Maischbottich, in welchen man vorher die bestimmte Menge Wasser bringt und dann das geschrotete Malz hineinschüttet. Die Wassermenge, die zum Einteigen gebraucht wird, beträgt auf 100 Volumen Malz 202 Volumen Wasser von gewöhnlicher Temperatur. Nachdem das gebrochene Malz mit dem Wasser gut umgerührt worden ist, bleibt das Ganze 6—8 Stunden lang stehen. Während dieser Zeit wird das für das Maischen nothwendige Wasser in der Braupfanne zum Kochen erhitzt; die Menge desselben richtet sich darnach, ob Schenkbier oder Lagerbier gebraut werden soll. Das Quantum Wasser, das zur Herstellung einer bestimmten Menge Bieres verwendet wird, heisst Guss, das Verhältniss der Malzmenge zur

Qualität der zur erzeugenden Würze die Schüttung. Im Königreich Bayern ist die Biermenge, die aus einem bestimmten Malzquantum hergestellt wird, gesetzlich bestimmt und beträgt beim Schenkbier (Winterbier) 7 Eimer, beim Lagerbier (Sommerbier) 6 Eimer pro Scheffel Malz, oder mit anderen Worten:

100 Volum. Malz liefern gesetzlich { 202,3 Volum. Schenkbier, 173,4 „ Lagerbier.

Um nun diese Quantität Bier zu erzeugen, muss man natürlich beim Brauen eine grössere Wassermenge anwenden. So werden z. B. in einer Brauerei Bayerns folgende Quantitäten Wasser genommen:

pro Scheffel Malz	zum Schenkbier.	zum Lagerbier.
zum Einteigen	7 Eimer	7 Eimer
zum Maischen	6 „	4,5 „
	13 Eimer.	11,5 Eimer

oder für

100 Vol. Malz		
zum Einteigen	202,3 Vol.	202,3 Vol.
zum Maischen	170,0 „	130,0 „
	372,3 Vol.	332,3 Vol.

Diese Verhältnisse wechseln nach Qualität der Gerste, nach Witterung, Länge der Zeit der Aufbewahrung u. s. w.

Von den verschiedenen Modificationen der Decoctionsmethode seien 1) die bayerische oder Münchner Maischmethode und 2) das Augsburg-Nürnberger oder schwäbische Maischverfahren oder das „auf Satz brauen" angeführt.

Dickmaischverfahren. Nach dem Münchner Maischverfahren (Dickmaisch- oder Lautermaischkochen) wird die zum Sud erforderliche Wassermasse (der Guss) getheilt, zwei Drittheile werden im Maischbottich mit dem Malzschrot zum Einteigen verwendet. Nachdem die Maische in dem Bottich 2—4 Stunden lang eingeteigt war, trägt man das letzte Dritttheil Wasser, welches unterdessen in dem Braukessel bis zum Sieden erhitzt worden ist, unter fortwährendem Umrühren ein, wodurch die Maische eine Temperatur von 30—40° annimmt. Darauf folgt das erste Dickmaischkochen; zu diesem Zwecke zieht der Brauer das eingemaischte Schrot auf der einen Seite des Bottichs zusammen und schöpft einen Theil davon in die Braupfanne, worin er es bei Schenkbier 30 Minuten, bei Sommerbier 75 Minuten sieden lässt. Die Quantität der zurückgeschöpften Masse beträgt gewöhnlich die Hälfte vom Guss. Die siedende Masse wird in das Maischgefäss zurückgeschöpft. Darauf folgt das Ueberschöpfen der zweiten Dickmaische in die Braupfanne, in welcher man dieselbe bei Schenkbier 75 Minuten, bei Sommerbier 1 Stunde sieden lässt. Durch die erste Dickmaische erhöht sich die Temperatur im Maischbottich auf 48—50°, durch die zweite auf 60—62°. Nach beendigtem Maischen der zweiten Dickmaische beginnt das Ueberschöpfen der Lautermaische, d. h. des dünneren Theiles der Maische in den Braukessel, in welchem man sie ungefähr 15 Minuten lang sieden lässt und sodann in den Maischbottich zurückbringt. Die Temperatur der Maische beträgt jetzt 72—75° und ist die zur Zuckerbildung geeignetste. Die Maische bleibt nun in dem bedeckten Bottich $1\frac{1}{2}$—2 Stunden sich selbst überlassen. Während dieser Zeit wird, sobald die Lautermaische die Pfanne verlassen hat, dieselbe wieder mit Wasser gefüllt und zwar mit so viel, als man zum Nachbierbereiten (Anschwänzen) braucht. Nach beendigter Verzuckerung wird die erste fertige Würze in den Grand abgelassen, oder unmittelbar aus dem Maischbottich in die Pfanne gepumpt. Nachdem die Würze abgelassen, schreitet man zum Anschwänzen, d. h. zum vollständigeren Ausziehen der zurückbleibenden Trebern, auf welche man nochmals heisses Wasser giesst; die Masse wird durchgearbeitet, nach etwa einer Stunde zieht man die zweite Würze ab, welche entweder mit der ersten gemischt oder getrennt von jener gebraut wird. Um die Erschöpfung der Trebern so weit als ausführbar zu treiben, wiederholt man den Nachguss und benutzt die erhaltene Würze zum Nachbier (Schöps, Heinzeln, Dünnbier, Covent oder Convent); vom Scheffel Malz bereitet man ungefähr 30—40 Maass Nachbier. Die dann noch bleibenden Rückstände übergiesst man nochmals mit Wasser und benutzt diesen letzten Auszug (Glattwasser), sowie die taigartige Masse, welche sich aus den

mehligen Theilen des Malzes bildet und auf den Trebern beim Maischen absetzt, den sogenannten Malztaig, auf Branntwein sowie zur Fabrikation von Essigwürzen. Der Malztaig findet auch zur Brotbereitung Anwendung. Die Trebern werden als Viehfutter benutzt.

Das Dickmaischkochen ist keineswegs eine rationelle Methode, da das Herüber- und Hinüberschöpfen der Maische nur unnöthige Arbeit macht, zur vollständigen Extraction des Malzes nicht so viel beiträgt, als man gewöhnlich glaubt, und die Ueberführung des Stärkemehls in Dextrin und Glycose nicht nur nicht beschleunigt, sondern dadurch, dass durch zu hohe Temperatur ein Theil der sogenannten Diastase unwirksam gemacht werden kann, unsicherer macht. Alle diejenigen, welche das Braugewerbe auf physikalische und chemische Principien zurückzuführen bemüht sind, erklären sich gegen die so häufig, aber mit Unrecht hervorgehobenen Vorzüge des Dickmaischkochens — die Würze werde bei dem wiederholten Kochen der Maischen gegen Säuerung oder nachtheilige Veränderung mehr geschützt; der durch wiederholtes Kochen bewirkte grössere Gehalt an Dextrin (in Folge von Tödtung der Diastase), mache es möglich, durch dieses Maischverfahren ein schwaches Bier von grösserer Haltbarkeit zu gewinnen u. s. w. — und schlagen, um die Nachtheile dieser Methode möglichst zu verringern, vor, das Einteigen ziemlich warm vorzunehmen (etwa bis 60—65° C.), damit man mit einer einmaligen Dickmaischkochung der Maische im Maischbottich die verlangte Temperatur gebe.

Auf Satz brauen. Verschieden von dem vorstehenden Maischverfahren ist das sogenannte „auf Satz brauen“, wie es in vielen Brauereien Schwabens und Frankens (Augsburg, Ansbach, Erlangen, Nürnberg, Kulmbach, Kitzingen) angewendet und die schwäbische oder Augsburg-Nürnberger Maischmethode genannt wird. Das Wesentliche derselben besteht darin, dass man die durch Ausziehen des Malzschrotes mit kaltem und dann mit dem ersten heissen Wasser erhaltene dextrinreiche Flüssigkeit zur Verhinderung der ferneren Verzuckerung von der Maische trennt. Das gebrochene Malz wird in dem Malzbottich mit kaltem Wasser eingeteigt (auf 7 bayer. Scheffel 30—35 Eimer Wasser); nach etwa 4 Stunden lässt man zwei Dritttheile der Flüssigkeit durch den Hahn in den Grand fliessen, worin die Flüssigkeit als „kalter Satz“ aufbewahrt wird. Zur Beförderung des Maischens wird das Schrot in dem Maischbottich umgestochen, darauf mit einer Krücke geebnet und dann ruhig stehen gelassen. Während dieser Zeit ist in dem Braukessel Wasser bis zum Sieden erhitzt worden (bei Anwendung von 7 Scheffel Malzschrot 48 Eimer Wasser). Sobald das Wasser siedet, wird es zum Theil in den Maischbottich geschöpft, bis die Temperatur der Maische 50—52° beträgt. Diese Arbeit wird das Annebeln genannt. Der im Grand befindliche kalte Satz wird zu der Wassermasse im Braukessel gebracht; er enthält Eiweiss, Diastase, Dextrin und Glycose gelöst und trägt, indem das Eiweiss gerinnt und alle Unreinigkeiten des Wassers einhüllt, zum Reinigen des Wassers bei; freilich wird dabei auch die werthvolle Diastase zerstört. Man lässt die Maische eine Viertelstunde lang ruhig im Bottich, öffnet dann den Hahn und lässt fast alle Flüssigkeit von der Schrotmasse schnell ab; diese (die erste Maische) wird in den Kessel geschöpft und zum Sieden erhitzt. Die Flüssigkeit muss deshalb schnell abgelassen werden, damit der Zwischenraum des Doppelbodens des Zapfens ganz leer wird, worauf man den Hahn wieder verschliesst. Während die erste Maische in dem Kessel bis zum Sieden erhitzt wird, sammelt sich in dem Doppelboden des Bottichs wieder eine helle und klare Flüssigkeit, welche der warme Satz genannt wird. Dieser Satz kommt aus dem Bottich in den Grand und von da auf die Kühler, wo er vor der Hand bleibt und von Zeit zu Zeit umgerührt wird. Die im Braukessel bis zum Sieden erhitzte Flüssigkeit wird nach dem Maischbottich übergeschöpft, bis die Maische darin eine Temperatur von 72—75° erreicht hat. Diese zweite Maische wird vollständig, bis auf eine kleine Quantität, die in dem Maischbottich zurückbleibt, um das Erkalten derselben zu verhüten, in den Kessel zurückgeschöpft und unter fortwährendem Umrühren eine Stunde lang gekocht. Nach dieser Zeit wird die Maische nach dem Bottich zurückgeschöpft; sie heisst dann die dritte Maische. Der in den Kühlern befindliche warme Satz wird nach dem Braukessel gebracht, in welchen man jetzt Hopfen schüttet, ohne den Hopfen aber mit dem Satz innig zu vermengen. Während sich die Flüssigkeit in dem Kessel allmälig bis auf 25—28° erhitzt, wird „gezogen“, die zuerst abfliessende trübe Würze in den Maischbottich zurückgeschöpft und die andere allmälig klar abfliessende aus dem Biergrand auf den in dem Braukessel befindlichen Hopfen gebracht. Erst jetzt wird der Kessel geheizt und das Ganze $^3/_4$—1 Stunde lang gelinde gekocht. Die gehopfte Würze wird nachher auf die Kühle gebracht.

Was von dem altbayerischen Verfahren gesagt wurde, gilt in noch höherem Grade von dem „auf Satz brauen“, einem Brauverfahren, das auf falschen Principien beruht und

nur zu einer Zeit aufkommen konnte, wo man sich über die chemischen Vorzüge beim Maischprocess noch keine Rechenschaft zu geben vermochte.

Infusionsmethode. Die **Infusionsmethode** unterscheidet sich von dem Decoctionsverfahren dadurch, dass man das eingeteigte gebrochene Malz durch heisses Wasser auf die Maischtemperatur (70—75°) bringt, ohne einen Theil der Maische bis zum Sieden zu erhitzen, die entstandene Würze zieht und zur vollständigen Erschöpfung der Trebern noch mehrere Güsse macht; sie findet in England, Nordamerika, Frankreich, Belgien und Norddeutschland Anwendung.

Das zum Einteigen und Maischen dienende Wasser wird ganz oder nur zum Theil in dem Braukessel und zwar im Winter bis auf 75°, im Sommer bis auf 50—60° erhitzt und davon die nöthige Menge in den Maischbottich gebracht, in welches man das gebrochene Malz schüttet und mit dem Wasser zu einer gleichförmigen Masse verarbeitet. Sobald das Wasser in dem Braukessel siedet, wird zum Maischen geschritten. Zu diesem Zwecke lässt man das siedende Wasser durch den Pfaffen in den Maischbottich fliessen, wo es, durch das Einteigwasser etwas abgekühlt, durch die Oeffnungen der Seihplatten aufwärts steigt und sich mit dem Malzschrot mischt. Die Erhöhung der Temperatur bis auf 75° als der zur Verzuckerung geeignetsten Temperatur geschieht nur allmälig, damit keine Kleisterbildung stattfinde, welche der Einwirkung der Diastase Hindernisse in den Weg legen würde. Da die Ueberführung des Stärkemehls in Dextrin und Glycose nur nach und nach erfolgt, so muss die Maischtemperatur oder Zuckerbildungstemperatur einige Zeit lang erhalten werden, mit der Vorsicht jedoch, dass die Temperatur nicht zu lange einwirke, weil sonst in Folge von Bildung von Milchsäure (und wahrscheinlich auch Propionsäure) die Maische trebersauer werden würde. Das Fortschreiten der Dextrin- und Glycosebildung lässt sich am besten mit Hülfe einer wässerigen Lösung von Jod (oder einer Lösung von 0,1 Grm. Jod und 1,0 Grm. Jodkalium in 100 Kubikcentimetern Wasser) erkennen, welche zuerst in der Maische eine dunkelblaue, dann eine weinrothe und endlich, wenn nur noch Dextrin und Glycose vorhanden sind, keine Färbung mehr in der klaren Würze hervorbringt, wenn man zu einer kleinen Menge der Jodlösung 2—3 Tropfen der Maische bringt.

Nachdem die Maische etwa eine Stunde lang auf der Zuckerbildungstemperatur erhalten worden ist, zapft man die entstandene Würze ab und zwar entweder in den Grand oder einem besonderen Würzebottich oder endlich sogleich in die Braupfanne. Nach dem Abfliessen der ersten Würze macht man den zweiten Guss (Nachguss), um die Trebern möglichst zu erschöpfen, indem man die Trebern mit siedendem Wasser übergiesst und aufmaischt und die Maische $^1/_2$—1 Stunde lang wieder bei etwa 75° stehen lässt. Sobald die zweite Würze gewonnen ist, übergiesst man die Trebern in dem Maischbottich abermals mit Wasser, nachdem man zuvor den Malztaig (Obertaig) entfernt hat. Es ist klar, dass die Infusionsmethode hinsichtlich der Anzahl der zu machenden Güsse, des Wasserquantums und der Temperatur desselben verschieden ausgeführt werden kann, immer ist es aber nothwendig, um Bier von einer gewissen Beschaffenheit zu erhalten, Würze von gleicher Concentration zu verarbeiten. Man ermittelt die Concentration mit Hülfe von **Balling's Saccharometer**, welches in Zuckerlösungen Procente an reinem Zucker anzeigt, und, wie **Balling** nachgewiesen hat, Lösungen von wasserfreiem Malzextract dasselbe specifische Gewicht besitzen wie gleichprocentige Rohrzuckerlösungen. Für die Zwecke der Brauerei braucht das Saccharometer (**Malzextractmesser** oder **Würzeprober**) nur für Lösungen bis zu 20—30 pCt. construirt zu sein.

Extract der Würze. Der **Extractgehalt**, den eine **Würze** haben muss, um eine bestimmte Biersorte zu erzeugen, richtet sich natürlich nach den Eigenschaften, die man von dem Bier verlangt, ob es ein extract- oder ein alkoholisches (starkes) Bier sein soll. Die Menge an Malzextract variirt in den verschiedenen Bieren von 4—15 pCt., die des Alkohols von 2—8 pCt. Wie aus dem (S. 427) Gesagten hervorgeht, liefert 1 pCt. Zucker in der Würze bei der geistigen Gährung ungefähr 0,5 pCt. Alkohol. Daraus ergiebt sich, zu welchen Bieren eine concentrirte und zu welchen eine weniger concentrirte erforderlich ist. Verlangt man z. B. von dem herzustellenden Biere, dass es einen Alkoholgehalt von 5 pCt. und einen Malzextractgehalt von 7 pCt. habe, so muss die Würze vor der Gährung am Saccharometer 17 pCt. zeigen. Ein Bier von 3,5 pCt. Alkohol und 5,5 pCt. Extractgehalt erfordert eine Würze von 12,5 Saccharometerprocenten.

Kochen der Würze. c) **Das Kochen der Würze** (Bierkochen). Die fertige aber ungehopfte Würze enthält Glycose, Dextrinstoffe, zuweilen unverändertes Stärke-

mehl, Proteïnsubstanzen, namentlich Pflanzenleim, extractive Substanzen und unorganische Salze. Sie ist je nach der Farbe des angewendeten Malzes von brauner oder gelbbrauner Farbe, angenehmem Geruche und süssem Geschmacke. In Folge des Vorhandenseins einer kleinen Menge von Phosphorsäure, Milchsäure u. s. w. ist die Reaction der Würze stets sauer. Diese Reaction ist aber nie so stark, wie bei der trebersauren Würze, bei welcher sich die Gegenwart an freier Säure (Milchsäure, Propionsäure, unter Umständen auch wohl Buttersäure) schon durch den Geschmack und Geruch zu erkennen giebt. Das Würzekochen hat nun zum Zweck, die Würze zu concentriren, den Hopfen zu extrahiren: einen Theil der Proteïnsubstanzen, welche die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigen würden, zu coaguliren und nebst dem noch unveränderten Stärkemehl durch die in dem Hopfen enthaltene Gerbsäure zu fällen. Durch letzteres wird die Würze geklärt.

Man bedient sich zum Würzekochen entweder der runden, tiefen Braukessel oder der flachen Braupfannen. Sie sind fast immer von Kupfer und nur in seltenen Fällen von Eisen. Meist sind die Pfannen viereckig, flach und so in den Brauofen eingemauert, dass sie bis zur halben Höhe vom Feuer umspielt, in der obern Hälfte dagegen mit Mauerwerk fest umgeben und auf diese Weise gegen directe Einwirkung des Feuers geschützt sind. Durch zweckmässige Anlage der Feuerung sucht man einen möglichst geringen Verbrauch an Brennstoff zu erzielen, wobei jedoch immer dem Umstande Rechnung getragen werden muss, dass die Würze möglichst schnell zu erhitzen ist.

Hopfenhalten. Die Art des Hopfenhaltens, d. h. die Anwendung des Hopfens in der Bierbrauerei ist eine verschiedene, da sich die Art und Weise des Zugebens und die Quantität des Hopfens nach der Güte und der Sorte des Hopfens, nach dem grösseren oder geringeren Extractgehalt des Bieres und vorzüglich nach der Art der Aufbewahrung richtet. Zum Winter- oder Schenkbier, welches in der Regel schon 4 — 6 Wochen nach dem Brauen consumirt wird, nimmt man in Bayern gewöhnlich nur (alten) Hopfen vom vorigen Jahre und rechnet auf den Scheffel Malz (= 22,2 Hectoliter) 2—3 Pfund, je nach seiner Güte. Zum Sommer- oder Lagerbier nimmt man neuen Hopfen und rechnet für jenes Bier, welches für die ersten Monate, Mai und Juni, bestimmt ist, auf den Scheffel trocknes Malz 4—5 Pfund. Für die letzten Keller oder für jenes Bier, welches sich am längsten, vielleicht bis September oder October, halten soll, rechnet man 6—7 Pfund neuen Hopfen auf jeden Scheffel Malz oder auf den Eimer 1—1,5 Pfund.

Von den Bestandtheilen des Hopfens, die bei der Bierbereitung in Betracht kommen, sind zu erwähnen in erster Reihe die bitteren (noch nicht näher bekannten) Stoffe, welche dem Biere neben dem bittern Geschmack auch die narcotischen Eigenschaften ertheilen, dann die Gerbsäure, welche einen Theil der Proteïnsubstanzen, welche durch das Würzekochen für sich allein nicht abgeschieden werden, niederschlägt und so zur Klärung der Würze, zur Mässigung der Hauptgährung und zur Regelung der Nachgährung beiträgt. Das ätherische Oel und das Hopfenharz wirken ebenfalls gährungshemmend und somit conservirend. Von den übrigen Hopfenbestandtheilen, die beim Hopfenhalten extrahirt werden, könnte noch ein Theil der anorganischen Salze angeführt werden, obgleich darauf durchaus kein Gewicht gelegt werden soll.

Hinsichtlich der Concentration, welche der Würze durch das Würzekochen gegeben werden soll, ist zu berücksichtigen, dass dieselbe 0,5—1 Saccharometerprocente unter derjenigen Concentration bleiben muss, die die Würze beim Beginn der Gährung haben soll, da beim Abkühlen der gekochten Würze der Concentrationsgrad um so viel zunimmt. Hat die Würze in der Pfanne die Temperatur von etwa 90° erreicht, so findet die Ausscheidung von coagulirtem Eiweiss statt und zwar bei nach dem Infusionsverfahren gewonnener Würze in grösserer Menge als bei durch die Decoctionsmethode erhaltener. Wenn in einer aus der Pfanne genommenen Probe die darin suspendirten Flocken schnell sich absetzen und die Flüssigkeit klar und glänzend erscheint, ist die Würze gar (geschieden oder gebrochen); ist, wie bei dem Infusionsverfahren, die Würze durch Eindampfen noch mehr zu concentriren, so wird das Kochen bis zum verlangten Concentrationsgrade — häufig 5—8 Stunden — fort-

gesetzt. Ist der Zweck des Kochens nur die Gerinnung des Albumins, so genügt im Winter ein einstündiges, im Sommer ein $^3/_4$stündiges Kochen. Den Hopfen giebt man am zweckmässigsten in zerkleinerter Gestalt und erst dann zu, wenn die Albuminkörper zum grössten Theile schon coagulirt und abgeschöpft worden sind. Um den Hopfen zu extrahiren, lässt man entweder die ganze gekochte und noch siedende Würze durch den mit Hopfen gefüllten Hopfenseiher (ein aus abgeschälten Weiden geflochtener Korb, oder ein viereckiges Gefäss aus Holzstäben, dessen Boden und Seitenwände aus durchlöchertem Kupferblech oder aus Drahtgewebe gebildet sind) auf das Kühlschiff laufen, oder man kocht den Hopfen zuletzt mit der ganzen Würze, oder es wird der Hopfen in mehreren Würzeportionen hintereinander und zuletzt auch noch mit der schwachen Nachwürze ausgekocht.

Kühlen der Würze. Das Kühlen der Würze geschieht, damit die gekochte Würze, die siedend heiss aus der Pfanne kommt, bis auf die zum Hefengeben und zum Einleiten der Gährung geeignete Temperatur herabsinke. Bei einer Temperatur, die zwischen 25 und 30° C. liegt, hat die Würze grosse Neigung, Milchsäure zu bilden, das Abkühlen muss daher möglichst beschleunigt werden, damit die Würze schnell durch diese ihrer Existenz so nachtheilige Temperatur geführt werde. Das Kühlen geschieht allgemein auf den Kühlschiffen oder Kühlstöcken, deren Verbesserung und zweckmässigen Einrichtung es namentlich zuzuschreiben ist, dass man gegenwärtig an vielen Orten ein haltbares Lagerbier erzielt, dessen Darstellung früher bei den mangelhaften Kühleinrichtungen nicht möglich war.

Die Kühlschiffe sind 6—8 Zoll tief, meistens länglich viereckige Gefässe von Holz oder Metall (Eisen oder Kupfer), welche an einem kühlen, luftigen Orte aufgestellt werden. Beförderung der Verdunstung durch Vergrösserung und durch Bewegung der Oberfläche, möglichst trockner Zustand der Atmosphäre, heller Himmel, Wärmeableitung durch die Wärme der Kühlgeräthschaften — durch alles dies wird die Kühlung der Würze wesentlich befördert. Die hölzernen Kühlschiffe wirken nur einseitig, die Abkühlung findet nur an der Oberfläche der Flüssigkeit statt und der Boden und die Wände tragen zur Abkühlung nur wenig bei. Weit vortheilhafter sind die eisernen Kühler, welche in viel kürzerer Zeit kühlen und ausserdem noch den Vortheil längerer Dauer und grösserer Reinlichkeit gewähren. In vielen Brauereien Bayerns ist noch das Aufkühlen gebräuchlich, d. i. die siedendheiss von der Pfanne auf die Kühle geschöpfte Würze wird mittelst einer Krücke an einer langen Stange aufgeworfen und gepeitscht. Es ist dies eine beschwerliche und lange anhaltende Arbeit und währt oft 8—10 Stunden. Nach der herrschenden Ansicht wäre die durch das Aufkühlen bewirkte innige Berührung der heissen Würze mit der Luft von günstigem Einfluss auf die Haltbarkeit und den Glanz des Bieres; es ist in der That nicht unwahrscheinlich, dass durch Luft die Abscheidung von Proteïnkörpern bewirkt wird.

Zur *Beförderung der Abkühlung* hat man für Ableitung der Wasserdämpfe und Herbeiführung frischer trockner Luft Sorge zu tragen; zur Beförderung dieses Luftwechsels wendet man Ventilatoren, Wellen mit Windflügeln und Rührmaschinen an. Sehr zweckmässig sind die Kühlvorrichtungen für die Nachkühlung, bei welchen kaltes Wasser als Kühlmittel Anwendung findet. Das beste Mittel, den Schluss der Abkühlung schnell herbeizuführen und die Würze auf die zum Stellen mit Hefe erforderliche Temperatur (7 bis 10° C.) zu bringen, ist ohne Zweifel das Eis, welches man entweder in Stücken in die Würze wirft und zergehen lässt oder in Schwimmern auf die Oberfläche der zu kühlenden Würze bringt. Der Concentrationsgrad der Würze hat darüber zu entscheiden, ob sie eine unmittelbare Eiskühlung vertragen kann. Bei welchem Temperaturgrade der Würze mit der Anwendung des Eises begonnen werden soll, darüber können allein ökonomische Gründe entscheiden.

Die Temperatur, bis zu welcher die Würze abgekühlt wird, richtet sich nach der Temperatur des Gährungslokales und nach der Art der Gährung. Die Praxis hat folgende Temperaturgrade als die passendsten kennen gelehrt:

Temperatur des Gährungslokales.	Temperatur der Würze bei Untergährung.	Temperatur der Würze bei Obergährung.
6—7°	12°	15°
7—8°	11°	14°
8—9°	10°	13°
9—10°	9°	12°
10—12°	7—8°	12—11°

Die Concentration der gekochten und gehopften Bierwürze wird in Saccharometerprocenten ausgedrückt. Die tarifmässige Concentration der gekochten und gehopften Bierwürze beträgt bei 17,5° C. in Bayern bei Schenk- oder Winterbier 10,4—10,8 pCt., bei Lagerbier 12,3—12,6 pCt. Die Würze zum Bockbier hat 15—16 pCt., die zu Salvatorbier 17—18 pCt. Extractgehalt.

Kühlgeläger. Der auf dem Boden der Kühlschiffe sich sammelnde gelbgraue oder braune Schlamm, das sogenannte Kühlgeläger hat je nach dem angewendeten Brauverfahren eine verschiedene Zusammensetzung; Geläger aus Brauereien, in denen die Dickmaischmethode befolgt wird, besteht, abgesehen von Hopfenblättchen, Gerstenhülsentrümmern und dergl., wesentlich aus einer Verbindung von Hopfengerbsäure mit Kleber, zuweilen auch mit Stärkekleister, gemengt mit coagulirtem Pflanzeneiweiss, welches sich beim Kochen der Würze bildete und aus der Braupfanne mit in die Kühlgeräthe geschleppt wurde. Im frischen Zustande bildet es einen Schlamm, der 3—4 pCt. von der Menge der gekühlten Würze ausmacht; ausgewaschen und getrocknet beträgt es 0,5 pCt. vom angewendeten Malze.

Gährung. III. Die Gährung der Bierwürze und Aufbewahrung des Bieres. Die Würze ist nach gehörigem Abkühlen zur Einleitung der geistigen Gährung geeignet, diese geht entweder durch Selbstgährung oder, der gewöhnliche Fall, durch Zusatz von Hefe (Stellen) vor sich. Die erstere Art, die Selbstgährung, die sofort eintritt, wenn die Würze bei geeigneter Temperatur sich selbst überlassen bleibt; in diesem Falle sind es die überall und namentlich in den Gährungslokalen in der Luft verbreiteten Hefensporen, welche in der Würze einen zu ihrer Vegetation geeigneten Boden finden und sich darin zu Hefenzellen ausbilden. Diese sogenannte Selbstgährung findet in Belgien bei der Bereitung des milchsäurereichen Faro und Lambik Anwendnng. Der gewöhnliche Fall der Einleitung der Gährung der Würze geschieht durch Zusatz von Hefe, wobei das erste der Existenz des Bieres immer gefährliche Stadium der Selbstgährung übersprungen und sogleich ein regelmässiger und rascher Gang der Gährung herbeigeführt wird, der indessen so zu reguliren ist, dass die Hefe die vorhandene Glycose erst nach und nach, zum Theil erst in dem Lagerkeller, in Alkohol und Kohlensäure zerlege. Dieser Zweck ist dadurch zu erreichen, dass man den Gährungsprocess möglichst verzögert und zwar theils durch die möglichst niedrige Temperatur beim Eintritt und der Dauer der Gährung durch die erforderliche Abkühlung der Würzen, theils auch durch Verminderung der Stellhefe.

Je wärmer die Würze und je höher die Temperatur des Gährlokales ist, je geringere Quantitäten von Stellhefe hat man anzuwenden. Neben der Temperatur ist aber auch die Art der Hefe von Einfluss auf den Gang der Gährung. Eine Hefe, welche bei rascher Gährung und höherer Temperatur sich bildete, verursacht auch in neuer Würze eine schnellere Zersetzung als Hefe, die bei niederer Temperatur und langsamer Gährung sich abgeschieden. Die erstere scheidet sich auf der Oberfläche der gährenden Flüssigkeit aus und heisst Oberhefe, während die zweite Art, die Unterhefe, nach dem Ablassen der gegohrenen Würze auf dem Boden des Gefässes sich findet. Die Anwendung dieser beiden Hefenarten und die Wirkung einer höheren und niederen Temperatur führen zur Unterscheidung der beiden Arten der Gährung nämlich der Untergährung und der Obergährung. Die erstere Art findet bei solchen Würzen Anwendung, welche ein Bier von grösserer Haltbarkeit, wie die bayerischen Biere, liefern sollen. Bei ihr wird durch die Art der Hefe und durch niedrige Temperatur die Zersetzung des Zuckers möglichst verzögert. Die Obergährung wird dagegen vorzugsweise bei solchen Würzen angewendet, welche ein schnell trinkbares (obergähriges) Bier liefern sollen; man benutzt sie hauptsächlich dort, wo eine glycose- oder zuckerreiche Würze zur Vergährung kommt und somit schon durch die Zersetzung eines kleinen Theils von Glycose die zur Conservirung des Bieres erforderliche Alkoholmenge producirt wird. Ihres raschen Verlaufes wegen findet die Obergährung auch bei solcher Würze Anwendung, welche durch grosse Concentration oder durch Beimischung gewisser gährungshemmender Substanzen wie die brenzlichen Stoffe eines stark gedarrten Malzes, ferner grössere Mengen von Hopfen (wie es bei dem Porter der Fall ist), weniger

leicht in Gährung versetzt werden können. Die Gährung selbst, gleichviel ob Unter- oder Obergährung, zerfällt in drei Phasen nämlich:

1) in die Hauptgährung (rasche oder wilde Gährung), welche bald nach dem Zusatz der Hefe eintritt und vorzugsweise durch die Zersetzung der Glycose, Bildung neuer Hefe und Temperaturerhöhung charakterisirt ist;

2) in die Nachgährung, wobei die Zersetzung der Glycose allerdings noch fortdauert, die Bildung neuer Hefenzellen aber nicht mehr so hervortritt, wie in der ersten Phase, und die in dem Bier suspendirten Hefenpartikelchen sich abscheiden und das Bier klären;

3) in die stille oder unmerkliche Gährung, die nach vollendeter Nachgährung eintritt; es findet eine weitere Zersetzung der Glycose statt, die Hefenbildung ist aber eine kaum bemerkbare.

Untergährung. Die Untergährung, die für die Bereitung des bayerischen Schenk- und Lagerbieres allein angewendete Gährungsart wird, in grossen Gährbottichen aus Eichenholz, gewöhnlich von 1000—2000 Liter Capacität, vorgenommen. Das Zugeben der Hefe geschieht auf zweierlei Weise, entweder setzt man die Hefe sogleich der zu gährenden Würze zu, oder man bringt etwas Würze vorher mit der Hefe in Gährung und setzt dann die gährende Masse dem Gährbottich zu. Nach der ersten Art (das Trockengeben) schüttet man die Hefe in einen kleinen Bottich, giesst Würze hinzu, mischt innig und giesst dann das Gemisch in den Gährbottich, wo man es noch mit der Handschöpfe durcharbeitet. Nach der zweiten Art (das Herführen des Bieres) bringt man zu 1000 Maass Würze 6—8 Maass Hefe, mischt es dann mit 3 Eimern Würze und lässt die Mischung 4—5 Stunden stehen. Nachdem die Gährung eingetreten ist, mischt man die gährende Masse mit der Würze in dem Gährbottich. Die Hefe soll von einer normal verlaufenen Untergährung abstammen, nicht zu alt, von reinem Geruch, dicker Consistenz und schaumig sein.

Nachdem die Würze mit der Hefe versetzt ist, verläuft die Gährung unter folgenden Erscheinungen: Nach 10—12 Stunden giebt sich die beginnende Zersetzung der Glycose durch Kohlensäurebläschen zu erkennen, welche einen weissen Schaumkranz am Rande des Bottichs bilden. Nach ferneren 12 Stunden erzeugen sich grössere Massen von consistenterem Schaum, der sich felsenähnlich hebt und der Oberfläche ein gekräuseltes und zerklüftetes Ansehen giebt; dabei giebt sich die lebhaftere Kohlensäureentwickelung durch den Geruch zu erkennen. Man sagt nun: *das Bier steht in den Kräusen.* Die Kräusen bleiben bei einer kräftigen Gährung 2—4 Tage, dann verlieren sie sich nach und nach, wobei zuerst die hohen Punkte der Kräusen sich zu bräunen anfangen, dann die Erhöhungen zusammenfallen, bis endlich die ganze krause Decke so ziemlich zusammengesintert ist und nur noch eine bräunliche dünne Decke zu bemerken ist, wesentlich aus den harzigen und öligen Hopfenbestandtheilen bestehend, welche sich bei der Hauptgährung fein zertheilt und deshalb mit weisser Farbe abscheiden und die Ursache des bitteren Geschmackes der Kräusen sind, später sich aber zu grossen Massen vereinigen. Die entstandene Hefe findet sich nur in geringer Menge in der Decke, da die bei der Untergährung sich entwickelnde Kohlensäure, die isolirt schwimmenden Unterhefenzellen nicht an die Oberfläche zu heben vermag. Die Temperatur der gährenden Flüssigkeit steigt mit dem Beginn der Gährung und geht mehrere Centigrade über die Temperatur des Gährkellers hinaus; erst mit der Beendigung der Gährung gleichen sich die Temperatur der Flüssigkeit und die des Gährlokales wieder aus.

Durch die Gährung verschwindet aus der Würze der grösste Theil der Glycose, von welchem die Hälfte etwa als Kohlensäure sich verflüchtigt, die andere Hälfte aber in den specifisch leichteren Alkohol übergeht; dazu kommt noch, dass ein Theil der in der Würze aufgelösten Eiweisssubstanzen sich während der Gährung in Gestalt von Hefe unlöslich ausscheidet. Das Saccharometer zeigt daher nach beendigter Gährung weniger Grade als vorher. Der Unterschied der Saccharometerprocente vor und nach der Gährung steht in directem Verhältniss zu der Quantität der zersetzten Glycose und giebt uns feste Anhaltepunkte zur Beurtheilung der fortschreitenden Gährung. Dividirt man diese Differenz durch die Saccharometeranzeige vor der Gährung, so erhält man einen Bruch, der um so grösser ist, je vollständiger die Vergährung vor sich gegangen ist. Dieser Bruch heisst der scheinbare Vergährungsgrad und er ist in der That genügend, um den Grad der

stattgefundenen Vergährung zu beurtheilen, wenn es sich um die Vergleichung von Bieren handelt, die nach gleichem Verfahren gebraut sind. Zeigte z. B. eine Würze vor der Gährung 11,5 Saccharometerprocente und nach der Gährung 5 pCt., so ist die Differenz 6,5, welche durch 11,5 dividirt, die Zahl 0,565 giebt, d. h. von 100 Th. Malzextract sind scheinbar 56,5 pCt. durch die Gährung zersetzt worden.

Fassen und Nachgährung. Nach beendigter Hauptgährung, welche

für Sommer- oder Lagerbier 9—10 Tage

„ Winter- oder Schenkbier 7—8 „

dauert, nennt man die gegohrene Würze grünes Bier (Jungbier); nachdem es durch Abscheiden der suspendirten Hefentheilchen hell geworden, ist es fässig, d. h. es ist reif zum Fassen. Vor dem Fassen werden die auf dem Biere noch schwimmenden Schaumtheile entfernt. Die auf dem Boden des Gährbottichs zurückbleibende Hefe besteht aus drei Schichten, von denen die mittlere die beste Hefe ist; die untere besteht aus Kühlgeläger, zersetzter Hefe und anderen Unreinigkeiten, sie wird mit der oberen dünnen Schicht vermengt und, wenn das Gemisch nicht verkauft werden kann, in den Branntweinbrennereien verwendet. Die consistente mittlere Schicht dient zum ferneren Anstellen. In einigen Brauereien, namentlich in solchen, denen es an reinem Wasser gebricht, pflegt man von Zeit zu Zeit mit der Hefe zu tauschen (analog dem Saatwechsel der Landwirthe). Das Winterbier kommt auf kleinere Fässer wie das Sommerbier. Es ist gebräuchlich, beim Winterbier die Fässer sogleich ganz voll zu füllen, während man beim Sommerbier mehrere Gebräue in eine grössere Anzahl Fässer vertheilt, damit der kleine Unterschied in der Farbe der verschiedenen Gebräue ausgeglichen werde.

Die Lagerfässer sind gewöhnlich ausgepicht, d. h. auf der Innenseite mit Pech überzogen. Es bezweckt das Auspichen zum Theil eine grössere Reinlichkeit — bei einem nicht ausgepichten Fasse zieht sich Bier in das Holz, wodurch, wenn das Fass leer steht, Veranlassung zur Essigsäurebildung gegeben ist, zum Theil auch grössere Sicherheit gegen Verluste durch Ausrinnen, auch ist man hie und da der Ansicht, dass das Pech, als schlechter Leiter der Elektricität, das Bier vor nachtheiligen elektrischen Einflüssen bewahre. Zur Nachgährung und Lagerung wird das Bier in die Lagerkeller gebracht, die recht kalt sein müssen, damit die Nachgährung recht langsam verlaufe und das Bier bis zum Wiederbeginn des Brauens aufbewahrt werden könne. Für das Sommerbier wählt man die kältesten Keller. Zweckmässige Anlage, Einrichtung und Behandlung guter Lagerkeller bedingt im höchsten Grade die Qualität und Haltbarkeit des Bieres. Felsenkeller in Granit, Urkalk oder Sandstein eingesprengt, sind die besten. Ein Keller in der Ebene muss überdacht sein; es darf kein Wasser, weder Grund- noch Oberwasser in ihn dringen; er soll keinen Erschütterungen unterworfen, seine Südseite muss durch Bäume geschützt sein. Gewöhnlich hat ein Keller mehrere Abtheilungen. Um die Keller recht kalt zu erhalten, bringt man entweder einen grösseren Eisvorrath unmittelbar in dieselben oder nur in die letzte Abtheilung, in welche das Lagerbier für die letzten Sommermonate kommt.

In dem Lagerkeller fängt das Bier sehr bald die Nachgährung an; die Zeit des Beginnes derselben ist von dem Zustande abhängig, in welchem das Bier gefasst worden ist, so wie von der Temperatur des Kellers. Die Nachgährung, welche sich durch einen feinen weissen Schaum in Gestalt einer Haube auf dem Spundloche zu erkennen giebt, kann unmittelbar nach dem Fassen eintreten, es kann aber auch vorkommen, dass sie erst nach acht Tagen sich zeigt. Wollen die Biere auf den Fässern nicht nachgähren, so versetzt man sie mit etwas grünem oder Kräusenbier. Nach beendigter Nachgährung werden die Lagerfässer nicht sofort fest verspundet, sondern der Spund wird bloss locker aufgesetzt. In solchem Zustande bleiben die Biere die Sommermonate hindurch. Nicht früher als etwa vierzehn Tage vor dem Abziehen auf die Schenkfässer pflegt man sie fest zu verspunden. Bevor man die Fässer zum Ausschank angreift, müssen sie mehrere Tage zugespundet bleiben, damit sich die Kohlensäure spannt und das Bier rahmt. Wurde das Bier in noch grünem Zustande gefasst, so enthält es noch viel gährungsfähige und hefenbildende Theile und darf nicht so lange gespundet bleiben wie im entgegengesetzten Falle, weil sonst beim Anzapfen ein Emporsteigen des Fassgelägers zu befürchten wäre (das Fass würde aufstehen). In noch höherem Grade kann die Kohlensäurespannung geschehen, wenn man die Menge der in dem Bier enthaltenen gährungsfähigen Stoffe vergrössert und durch Zusatz von Zucker

oder Würze den zu weit vorgeschrittenen Vergährungsgrad wieder zurückführt. Gewöhnlich nimmt man hierzu grünes Bier, welches in dem Stadium des Kräusens steht; man setzt davon auf einen Eimer Bier 4—6 Maass. Die Gährung wird alsbald wieder beginnen. Man lässt die Fässer so lange ungespundet, bis das Bier die neugebildete Hefe vollkommen abgesetzt hat. Darauf werden sie 3—4 Tage lang gespundet, ehe man zum Abfüllen schreitet. Man nennt solches Bier Kräusenbier oder gekräustes Bier.

Obergährung. Die Obergährung findet Anwendung zur Erzeugung der in Norddeutschland gebräuchlichen Flaschenbiere, der böhmischen Biere und der Biere Frankreichs, Englands und Belgiens. Die mit Hülfe der Obergährung erzeugten oder obergährigen Biere sind stets weniger haltbar als die untergährigen, da die Obergährung bei höherer Temperatur vor sich geht und rascher verläuft, theils auch wegen der grösseren Gehalte an stickstoffhaltigen Bestandtheilen, welche durch die Unterbrechung der Gährung weniger vollständig abgeschieden wurden. Der Grund, warum man in einigen Ländern der Obergährung vor der Untergährung den Vorzug giebt, ist der, dass erstere nicht so wie letztere an niedere Temperatur gebunden ist, dass sie somit überall und in jedem Klima und zu jeder beliebigen Jahreszeit angewendet werden kann und es nicht nothwendig ist, so grosse Vorräthe von Bier zu halten wie beim Lager- und Schenkbier (untergähriges Bier). Für die weinartigen und stark moussirenden Weissbiere ist nur die Obergährung anwendbar. Die englischen Biere (Ale und Porter) könnte man eben so gut durch Untergährung darstellen, aber abgesehen davon, dass das Klima Englands der Untergährung Schwierigkeiten entgegenstellt, werden diese englischen Biere so reich an Alkohol, Malzextract und conservirenden Malz- und Hopfenbestandtheilen gebraut, dass man auch durch die wohlfeilere Obergährung ein haltbares Bier zu erzeugen vermag.

Die Erscheinungen der Obergährung unterscheiden sich von den schon beschriebenen der Untergährung nur dadurch, dass sie kräftiger auftreten, schneller auf einander folgen; die Hefe bildet ferner nicht die eigenthümlich gestalteten Krausen, die man bei der Untergährung bemerkt, sondern grössere weisse Flocken, auch erscheint sie in grösserer Menge auf der Oberfläche. Man unterbricht die Hauptgährung früher und zieht das Bier auf Fässer, worin die Nachgährung und völlige Ablagerung der Hefe gewöhnlich im Gährlokale selbst vor sich geht. Man benutzt zur Hauptgährung entweder Bottiche oder Fässer.

Dampfbrauerei. Der grosse Nutzen, der sich aus der Anwendung des Dampfes bei anderen gewerblichen Anlagen, z. B. bei der Rübenzuckerfabrikation und der Spiritusbereitung ergeben hat, hat seit etwa dreissig Jahren Veranlassung gegeben, auch in den Brauereien die directe Feuerung durch Dampf zu ersetzen. Die Vortheile der Dampfheizung in der Bierbereitung sind unter Umständen sehr bedeutend; von dem Dampferzeugungsapparate aus, bei dessen Construction auf möglichst vollständige Ausnutzung der Brennstoffe zu achten ist, lässt sich die Wärme mit Leichtigkeit dort hinleiten, wo man sie nöthig hat, die Temperatur lässt sich leicht und genau reguliren und die zuströmende Wärme augenblicklich unterbrechen, ein Vortheil, der sich besonders beim Entleeren der Braupfannen bemerkbar macht. Ist die Brauerei im Besitz einer Dampfmaschine, so wird häufig der directe Dampf durch den Maschinendampf ersetzt werden können. Wenn der Dampf zum Erhitzen nur und nicht zugleich zum Abdampfen einer Flüssigkeit dienen soll, wie bei der Anwendung des Dampfes zur Würzebereitung (Dampfmaische), so kann man die Dämpfe unmittelbar in die Maische treten lassen, das Condensationswasser dieses Dampfes verdünnt aber die Maische, während er sie erwärmt. In anderen Fällen geschieht die Erhitzung mit Dampf mittelst eines in der zu erwärmenden Flüssigkeit gelagerten Röhrensystems. Die directe Dampfanwendung empfiehlt sich bei Anwendung der Infusionsmethode, während man bei der Dickmaische den anderen Weg einschlagen und eine der Pecqueur'schen Pfannen (vergl. S. 414) ähnliche anwenden muss.

Bestand des Bieres. Die Bestandtheile des normalen aus Malz und Hopfen erzeugten Bieres sind: Alkohol, Kohlensäure, unzersetzte Glycose, Dextrin, ferner Bestandtheile des Hopfens (ölige und bittere Stoffe, keine Gerbsäure), Proteïnsubstanzen, kleine Mengen von Fett, etwas Glycerin und die anorganischen Substanzen aus der Gerste und aus dem Hopfen, welche in das Bier übergegangen sind.

Die saure Reaction, welche jedes normale Bier nach Beseitigung der Kohlensäure besitzt, rührt von Bernsteinsäure und Milchsäure, häufig auch von Spuren von Essigsäure, vielleicht auch Propionsäure her. Die Summe sämmtlicher Bestandtheile eines Bieres nach Abzug des Wassers heisst sein Gesammtgehalt, die Summe der nicht flüchtigen Bestandtheile sein Extractgehalt. Biere, welche reich an Malzextract sind, werden substantiöse (reiche, fette, vollmundige) Biere genannt, jene dagegen, welche wenig Extract, dagegen viel Alkohol enthalten, deren Würze also reich an Zucker war, welcher aber durch anhaltende Gährung in Alkohol und Kohlensäure verwandelt wurde, mithin die mehr weinartigen Biere, heissen trockne (arme, magere) Biere.

Der Alkohol im Biere wird, wenn es sich um eine genaue chemische Untersuchung handelt, entweder durch Destillation und Prüfung des Destillates mit einem Alkoholometer, oder mittelst eines Ebullioskopes, oder endlich mit Hülfe des Vaporimeters bestimmt. Andere Methoden, namentlich die hallymetrische, werden weiter unten besprochen werden. In Gewichtsprocenten ausgedrückt, beträgt der Alkoholgehalt im Durchschnitt:

bei Würzburger Lagerbier (1862)	4,0—4,6 pCt.
„ „ Schenkbier (1863)	3,4—4 „
„ Kitzinger Lagerbier	5,0 „
„ Culmbacher Lagerbier	4,2 „
„ Coburger Lagerbier	4,4 „
„ Münchener Lagerbier	4,3—5,1 „
„ „ Schenkbier	3,8—4,0 „
„ Salvator (Münchener)	4,6 „
„ Bock (Münchener)	4,2—4,5 „
„ Porter (Barkley, Perkins & Co., London)	5,5—7,0 „

Die Menge der Kohlensäure im Bier beträgt 0,1—0,2 pCt. Die Glycose befindet sich in dem Biere je nach dem Vergährungsgrade in der Menge von 0,2—1,9 pCt. Die Menge des Dextrins beträgt nach älteren Analysen bis zu 4 und 5 pCt. Ueber die Menge und die Natur der in dem Bier enthaltenen Proteïnsubstanzen ist man ungeachtet vielfältiger Untersuchungen noch nicht im Klaren. Nimmt man an, dass das Malzextract im Durchschnitt 7 pCt. Proteïnsubstanzen enthält, so lässt sich daraus nach Mulder deduciren, dass 1 Liter Bier 5,6 Eiweisssubstanzen enthält.

A. Vogel (1859) fand, dass 1 bayer. Maass Bier durchschnittlich 1—1,2 Grm. Stickstoff enthält. Von den in dem Biere enthaltenen Säuren sei nur die eigenthümliche Gährungssäure, jedenfalls Bernsteinsäure, Essigsäure und Milchsäure, welche letztere in gewissen säuerlichen Bieren, so in einigen belgischen Bieren und der in Sachsen bekannten Gose (ein unter Zusatz von Salz bereitetes Weizenbier) in grösserer Menge sich findet. Gerbsäure ist in bayerischem Biere nicht oder nur in fast unmerklicher Menge enthalten, dagegen kleine Mengen eines von dem Hopfen herrührenden gelben Farbstoffes, welcher mit dem Quercitrin identisch zu sein scheint. Die anorganischen Bestandtheile des Bieres waren häufig Gegenstand ausgedehnter Untersuchungen. Mitscherlich fand in der Asche eines untergährigen Bieres:

Kali	40,8
Natron	0,5
Phosphorsäure	20,0
phosphorsauren Kalk (PO_5, CaO)	2,6
phosphorsaure Magnesia (PO_5, 2 MgO)	20,0
Kieselsäure	16,6

Was den Gehalt des Bieres an Extract betrifft, so mögen folgende Angaben genügen. Im Durchschnitt finden sich in 100 Th.

Schenkbier (München)	5,4— 5,8 Th.
Lagerbier (München)	5,0 „
Schenkbier (Würzburg)	4,6 „
Lagerbier (Würzburg)	4,4 „
Bock (München)	9,0— 9,4 „
Salvator (München)	9,0— 9,4 „
Porter (Barkley, Perkins & Co., London)	5,9— 6,9 „
Scotsh Ale (Edinburg)	10,0—11,0 „
Burton Ale	14,0—19,29 „

Bierprüfung. Das Bier hat als Nahrungsmittel und als Gegenstand des Handels eine solche Wichtigkeit erlangt, dass man längst schon nach Mitteln strebte, mit Hülfe deren der relative Gehalt der verschiedenen Biere bestimmt werden könnte. Die zu diesem Zwecke bis jetzt vorgeschlagenen Proben fasste man unter dem gemeinschaftlichen Namen Bierproben zusammen und verlangte von ihnen, dass sie leicht anwendbar seien und genügend genaue Resultate gäben, obgleich man zu Gunsten der leichten Ausführbarkeit gern einen kleinen Theil der Genauigkeit opferte. Es ist herkömmlich, den Gehalt eines Bieres an Alkohol, Extract und Kohlensäure als Maassstab für die Güte desselben zu betrachten, obschon streng genommen die Bestandtheile des sogenannten Extractes, das Dextrin, die Hopfenbestandtheile, die durch die alkoholische Gährung neben Alkohol gebildeten Substanzen (Bernsteinsäure und Glycerin) wesentlichen Antheil an der Qualität des Bieres nehmen und bei einer gründlichen Bieruntersuchung berücksichtigt werden müssten.

Die Bierprüfung geschieht theils mit Hülfe der physikalischen Eigenschaften, theils aber auch durch das chemische Verhalten. Zu den ersteren sind zu rechnen Geschmack, Geruch, Farbe, Consistenz, Durchsichtigkeit (Glanz), spec. Gewicht, Lichtbrechungsvermögen, das Verhalten des Bieres beim Ausgiessen, die Beschaffenheit des Schaumes. Zu der chemischen Bieruntersuchung gehört die Bestimmung der näheren Bestandtheile, nämlich der Kohlensäure, des Alkohols, des Extractes und des Wassers.

Balling's Bierprobe. Balling's saccharometrische Bierprobe. Nachdem durch Schütteln und wiederholtes Umgiessen dem Biere die Kohlensäure entzogen worden ist, bestimmt man entweder mit Hülfe des Saccharometers (Aräometer) oder auf andere Weise das spec. Gewicht des Bieres. Hierauf kocht man das Bier zur Hälfte ein, verdünnt es dann durch Zusatz von Wasser wieder bis zu seinem ursprünglichen Gewichte und bestimmt von der so erhaltenen Flüssigkeit wieder das spec. Gewicht, welches grösser ist als das erstgefundene. Die Differenz giebt den Alkoholgehalt. Da bei der Gährung von 100 Th. Malzextract 50 Th. Alkohol sich bilden, so erhält man durch Verdoppelung der gefundenen Alkoholmenge diejenige Menge Malzextract, welche zu seiner Bildung nothwendig war. Dieses Malzextract addirt zu dem im Biere noch vorhandenen, giebt den Malzextractgehalt der Würze vor der Gährung.

Bei der Gährung der Bierwürze vermindert sich das spec. Gewicht, theils weil die Menge des Extractes abnimmt, theils weil der specifisch leichtere Alkohol sich bildet, theils auch, weil aufgelöste Substanzen sich in Gestalt von Hefe, Obertaig u. s. w. abscheiden. Diese Verminderung des spec. Gewichtes, die Attenuation, wird entweder durch directe Wägung oder durch das Saccharometer bestimmt. Die Saccharometeranzeige des von der Kohlensäure befreiten Bieres bezeichnet man mit m, den Malzextract der Würze mit p. Zieht man von (p) die Saccharometeranzeige (m) ab, so giebt die Differenz $p - m$ die scheinbare Attenuation, welche grösser sein muss, je weiter die Gährung vorgeschritten ist. Die Alkoholmenge in einem Biere steht folglich zu der scheinbaren Attenuation in directem Verhältniss. Der auf empirischem Wege gefundene Alkoholfactor a, mit welchem man die in Saccharometerprocenten ausgedrückte scheinbare Attenuation multipliciren muss, um den Alkoholgehalt des Bieres $= A$ in Gewichtsprocenten zu erhalten ($[p - m]\, a = A$) wird um so grösser, je grösser der ursprüngliche Concentrationsgrad der Würze war. Für Würzen zwischen 6—30 pCt. Extract steigt derselbe von 0,4079 bis zu 0,4588. Der Alkoholfactor wird nach der erwähnten Gleichung gefunden, wenn man die scheinbare Attenuation (p—m) und den Alkoholgehalt der gegohrenen Würze in Gewichtsprocenten (A) kennt, denn $a = \left(\frac{A}{p - m}\right)$. Mit Hülfe des Alkoholfactors a kann man den Alkoholgehalt des Bieres in Gewichtsprocenten berechnen. Kocht man eine Menge Bier ein, um daraus den Alkohol zu verflüchtigen und verdünnt den Rückstand wieder bis zur Herstellung des ursprünglichen Gewichtes, so giebt das spec. Gewicht den Extractgehalt des Bieres, welchen Balling mit n bezeichnet, an. Die Differenz zwischen dem Extractgehalt der Würze (p)

und dem des Bieres (*n*), also p—n giebt die wirkliche Attenuation, welche, mit dem Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation (*b*) multiplicirt, gleichfalls den Alkoholgehalt des Bieres in Gewichtsprocenten ausgedrückt (*A*) giebt (p—n) b = A]. Der Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation ist $b = \left(\frac{A}{p-n}\right)$. Zieht man von der scheinbaren Attenuation (p—m) die wirkliche (p—n) ab, so erhält man die Attenuationsdifferenz (*d*):

$$d = (p - m) - (p - n) \text{ oder}$$
$$d = n - m$$

d wird gefunden, indem man von dem Extractgehalte des Bieres (n) die Saccharometerprocente des von der Kohlensäure befreiten Bieres (m) abzieht; d ist um so grösser, je mehr Alkohol ein Bier enthält. Der Alkoholfactor, welcher mit der Attenuationsdifferenz multiplicirt, die Alkoholprocente A giebt, der Alkoholfactor für die Attenuationsdifferenz (c), wird nach folgender Gleichung gefunden:

$$c = \frac{A}{(n-m)}$$

Er beträgt durchschnittlich 2,24. Mit Hülfe von c lässt sich aus der Attenuationsdifferenz der Alkoholgehalt eines Bieres approximativ berechnen, selbst wenn der Malzextractgehalt der Würze nicht bekannt ist. Die scheinbare Attenuation durch die wirkliche dividirt, giebt den Attenuationsquotienten $(q) = \frac{p-m}{p-n}$, mit dessen Hülfe der Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation (a) und der ursprüngliche Extractgehalt der Würze (p) berechnet werden kann. Erstere (a) erhält man durch Division des Alkoholfactors für die wirkliche Attenuation durch den entsprechenden Attenuationsquotienten. Setzt man den Alkoholfactor für die Attenuationsdifferenz = 2,24 und verdoppelt den so erhaltenen approximativen Alkoholgehalt, so erhält man die Extractmenge der Würze, aus welcher jener Alkohol (nebst Kohlensäure und Würze) sich bildete. Addirt man zu diesem Extract das noch in dem Biere befindliche, so erhält man annähernd den Extractgehalt der Würze in Procenten. Hat man auf diese Weise p annähernd bestimmt, so ergiebt sich aus den zu Balling's Probe gehörigen Tabellen der entsprechende Attenuationsquotient q, wobei man Decimalen über 0,5 für ein Ganzes rechnet, unter 0,5 aber vernachlässigt. Ist nun die ursprüngliche Concentration der Würze p berechnet, so findet man die Alkoholprocente des Bieres aus der Gleichung für die wirkliche Attenuation A = (p — n) b.

Der Vergährungsgrad ist 9,75 oder (16,29—6,54) Saccharometerprocente (nach S. 462) $= \frac{9,75}{16,29} = 0,542$.

Fuchs' Bierprobe. **Hallymetrische Bierprobe.** Diese von v. Fuchs herrührende Probe gründet sich darauf, dass 100 Th. Wasser unabhängig von der Temperatur, 36 Th. reines Kochsalz (= 2,778 : 1) aufzulösen vermögen, dass ferner eine Flüssigkeit um so weniger Kochsalz löst, je mehr sie Weingeist, Bierextract u. s. w. enthält. Man ist demnach im Stande, die Quantität des Wassers zu bestimmen, wenn man das Kochsalz in dem Biere auflöst. Um die Quantität des nicht gelösten Kochsalzes zu messen, dient das Hallymeter (Fig. 178), aus zwei Glasröhren, einer engeren und einer viel weiteren, bestehend, welche gegen jene, mit der sie zusammengeschmolzen ist, trichterförmig verläuft. Die kleine Röhre, die Messröhre, ist so graduirt, dass jede grössere Abtheilung 5 Gran und jede der dazwischen liegenden kleineren 1 Gran präparirtes Kochsalz fasst. Bei allen hallymetrischen Bierproben ist darauf zu sehen, dass stets Salzpulver vom nämlichen Korne in die Röhren kommt und dieses durch Klopfen in den kleinsten Raum gebracht wird, den überhaupt ein be-

Fig 178.



stimmtes Quantum einnehmen kann. Man muss daher das pulverisirte Kochsalz durch ein feines Drahtsieb gehen lassen. Das gesiebte Salz wird in grösserer Menge in Gläsern mit eingeriebenen Stöpseln aufbewahrt.

Die Probe besteht aus zwei Versuchen. Bei dem ersten findet man den grössten Theil des Wassers nebst der Kohlensäure und den Gesammtgehalt (Weingeist, Extract und Kohlensäure); der zweite Versuch giebt die Menge des Extractes, welches, wenn man dasselbe und die Kohlensäure vom Gesammtgehalt abzieht, den Weingeist ergiebt. Der Weingeist ist nicht wasserfrei, sondern mit einer bestimmten Menge Wasser verbunden. Zu jedem Versuche sind 1000 Gran (62,5 Grm.) Bier erforderlich, zu welchem man in einem Kolben 330 Gran (20,46 Grm.) gesiebtes reines Kochsalz setzt. Der bedeckte Kolben wird unter öfterem Umschütteln des Inhaltes in einem Wasserbade bis auf 38° erwärmt. Nach etwa 6—10 Minuten wird der Kolben aus dem Wasserbade entfernt, abkühlen gelassen, die Kohlensäure aus dem Kolben durch gelindes Einblasen entfernt und dann der Kolben gewogen. Der Gewichtsverlust giebt die Menge der Kohlensäure, welche bei guten Bieren 1,5 Gran beträgt. Der Kolben wird dann mit dem Daumen geschlossen, umgekehrt, um das nicht gelöste Kochsalz über dem Finger zu sammeln und sodann das Salz und die Flüssigkeit in das Hallymeter gebracht. Das ungelöste Kochsalz setzt sich in der Messröhre ab. Das Absetzen wird durch Rütteln des Instrumentes befördert. Sobald das Volumen des abgesetzten Salzes nicht mehr zunimmt, liest man an den Graden die ungelösten Grane ab und subtrahirt die Zahl der Grane von 330. Darauf berechnet man, welche Qualität Wasser dem aufgelösten Kochsalz entspricht.

B e i s p i e l. 1000 Gran (= 62,5 Grm.) Bier lösen 330 — 18 = 312 Gran Kochsalz, so enthalten diese 1000 Gran Bier 866,6 Gran Wasser, denn

$$36 : 100 = 312 : x$$

$$x = 866,6$$

das, was an 1000 Gran fehlt = 133,4 Gran ist der Gesammtgehalt an Kohlensäure, Extract und Weingeist. Hatte der Kolben durch das Erwärmen 1,5 Gran an Gewicht verloren, so bleibt für Extract und Weingeist übrig 131,9 Gran.

Der zweite Versuch dient zur Bestimmung des Extractes. Zu diesem Behufe wägt man in einem Kolben 1000 Gran (62,5 Grm.) ab und kocht diese Quantität bis auf die Hälfte, bis auf 500 Gran ein. Dabei entweichen Kohlensäure und Weingeist vollständig. Darauf setzt man 180 Gran Kochsalz hinzu und verfährt wie oben.

Angenommen nun, es hätten sich 180 — 20 = 160 Gran Kochsalz gelöst, so entsprächen diese 444,4 Grm. Wasser, denn

$$18 : 50 = 160 : x$$

$$x = 444,4$$

weshalb 55,6 Gran hier das Extract geben. Hat nun die vorläufige Bestimmung der Kohlensäure 1,5 Gran ergeben, so ist die Quantität des in dem Bier enthaltenen Weingeistes 73,6 Gran, denn 133,4 — 55,6 — 1,5 = 76,3, was nach der dem Apparate beigegebenen Tabelle 42,27 Gran absolutem Alkohol entspricht Das untersuchte Bier würde mithin in 1000 Gewichtstheilen bestehen aus:

Kohlensäure	1,50
ungebundenem Wasser	866,60
gebundenem Wasser	34,03
Extract	55,60
Alkohol	42,27
	1000,00

Nebenprodukte und Abfälle der Brauerei. Von den bei der Bierbereitung sich ergebenden A b f ä l l e n und N e b e n p r o d u k t e n stehen die T r e b e r (Trester) oben an. 100 Th. Darrmalz liefern im Durchschnitt 133 Th. nasse Treber, welche auf den Darrungsgrad des Malzes zurückgebracht, 33 Th. betragen. Sie werden als Viehfutter verwendet. Ausser den Hülsen und dem Zellstoff der Gerste enthalten sie noch unzersetzte Gerste, Fett und Proteïnsubstanz, wovon ihr Werth abhängig ist. Treber aus einem Münchener Bräuhause, welche bei Bereitung von Sommerbier (nach dem Dickmaischverfahren) von zweizeiliger Gerste erhalten worden waren, hatten folgende Zusammensetzung:

	feucht	lufttrocken	bei 100° getrocknet
Wasser	74,71	7,28	—
Asche	1,06	3,87	4,18
Cellulose	3,06	11,22	12,10
Fett	1,70	6,23	6,72
stickstoffhaltige Nährstoffe	6,26	22,89	24,71
stickstofffreie Nährstoffe	13,21	48,51	52,29
	100,00	100,00	100,00

Die Malzkeime oder Malzblüthen, welche durchschnittlich in dem Verhältniss von 3 pCt. vom Gewicht des Darrmalzes abfallen, sind ein sehr concentrirtes und proteïnreiches Futtermaterial. Nach den Analysen von Scheven und Way fanden sich darin:

	Scheven	Way
Wasser	7,2	3,7
Asche	6,8	5,1
Cellulose	17,0	18,5
Proteïnsubstanzen	45,3	48,9
stickstofffreie Nährstoffe	23,6	23,8

Das Kühlgeläger (vergl. S. 457), welches zum Theil verfüttert, zum Theil an Branntweinbrenner abgegeben wird, beträgt 3 pCt. von der erzeugten Würze. Das Glattwasser, eine sehr dünne Nachwürze, dient in Branntweinbrennereien als Kühl- und Verdünnungsmittel der Maische, sowie zur Essigfabrikation. Bei dem Dickmaischverfahren hat das Glattwasser noch 4—8 pCt. Extract, bei dem Infusionsverfahren nur 2—3 pCt. Der Obertaig (vergl. Seite 453) ist theils Material für Branntweinbrennereien, theils dient er zur Brotbereitung. Die bei der Gährung der Bierwürze sich bildende Hefe wird wieder zur Biererzeugung, zum grösseren Theile aber in der Weissbäckerei, in der Hauswirthschaft, in der Branntweinbrennerei und Essigfabrikation verwendet. Dort, wo Holz als Brennstoff in der Brauerei dient, kommt auch die Heizasche als Abfall in Betracht. Jede Klafter Holz hinterlässt 15—20 Pfd. Asche.

Die Spiritusfabrikation.

Geschichtliches und Allgemeines.

Wird eine alkoholhaltige Flüssigkeit der Destillation unterworfen, so gehen Alkohol und Wasser über, während die nicht flüchtigen Bestandtheile der Flüssigkeit in concentrirter Gestalt zurückbleiben. Die Destillation der alkoholhaltigen Flüssigkeit wird das Brennen, das Destillat, im Wesentlichen ein Gemisch von Wasser und 40—50 pCt. Alkohol, Branntwein genannt. Alkoholreichere Destillate führen den Namen Weingeist oder Spiritus. Ehedem war der Zweck der Branntweinbrennereien die Bereitung von zum Genuss bestimmten Branntweins; seitdem man aber angefangen hat, den Spiritus in den Gewerben zu den verschiedensten Zwecken z. B. in der Parfümerie, Lackfirnissbereitung, als Brennspiritus, zum Extrahiren u. s. w. zu verwenden, stellt man nicht mehr Branntwein, sondern sofort durch fabrikmässigen Betrieb das alkoholreichere Destillat, den Spiritus oder Weingeist dar.

Seitdem die Branntweinbrennerei als Spiritusfabrikation das Kleingewerbe zum Theil verlassen, hat sich die Mechanik der Destillirapparate bemächtigt und unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften eines Gemisches von Alkohol- und Wasserdämpfen und des Umstandes, dass die Rückstände der Destillation als Viehfutter brauchbar sein müssen, Apparate construirt, welche in der kürzesten Zeit aus dem angewendeten Rohmaterial (Kartoffeln, Rüben, Cerealien u. s. w.) die grösstmöglichste Menge von starkem Alkohol liefern. Der wohlthätige Einfluss der Steuergesetzgebung auf die Entwickelung des Brennereigewerbes ist nicht zu verkennen.

Der Alkohol und seine technisch wichtigen Eigenschaften.

Der Alkohol hat die Formel $C_4 H_6 O_2$. Er ist eine farblose, dünnflüssige, sehr bewegliche Flüssigkeit von 0,792 spec. Gew. und siedet bei 78,3°, da Wasser unter dem nämlichen Drucke bei 100° siedet, so kann man aus der Siede-

temperatur einer alkoholischen Flüssigkeit ihren Alkoholgehalt ermitteln. Zwischen 0^0 und $78,3^0$ (seinem Siedepunkte) dehnt sich der Alkohol um 0,0936 seines Volumens aus, während das Wasser sich zwischen diesen Temperaturgraden nur um 0,0278 seines Volumens ausdehnt. Da die Dilatation des Alkohols mithin $3^1/_3$mal grösser ist als die des Alkohols, so lassen sich die eigenthümlichen Ausdehnungsverhältnisse der beiden genannten Flüssigkeiten ebenfalls zur Alkoholometrie benutzen. Die Tension des Alkoholdampfes ist bei $78,3^0$ dem einer Atmosphäre gleich, während Wasserdampf erst bei 100^0 einen Atmosphärendruck ausübt; es lässt sich daher der Alkoholgehalt einer Flüssigkeit durch eine Quecksilbersäule messen, welches bei einer bestimmten Temperatur durch die aus der alkoholhaltigen Flüssigkeit entwickelten Dämpfe emporgehoben wird (Vaporimeter Seite 435). Der Alkohol ist leicht entzündlich und brennt mit blassblauer Flamme, ohne dabei Russ abzuscheiden; er zieht begierig Wasser an (darauf beruht seine Anwendung zur Conservirung von Nahrungsmitteln und anatomischen Präparaten) und mischt sich mit Wasser in jedem Verhältniss, dabei findet Volumenverminderung (Erhöhung des spec. Gewichts) und Freiwerden von Wärme statt. Beim Vermischen von

53,9 Volumen Alkohol mit
49,8 „ Wasser, ist das Volumen der Mischung
nicht 103,7, sondern 100 Volumen.

Der Alkohol ist ein Lösungsmittel für Harze (hierauf gründet sich die Bereitung von gewissen Lackfirnissen, Kitten und pharmaceutischen Präparaten), ätherische Oele (die Lösungen sind theils riechende Wasser, wie die Eau de Cologne, theils Liqueure und Aquavite, theils Leuchtstoffe, wie eine Lösung von Terpentinöl in Alkohol), Kohlensäuregas (wichtig für die Schaumfabrikation, Seite 439).

Durch die Einwirkung gewisser oxydirender Agentien geht der Alkohol erst in Aldehyd und dann in Essigsäure über (Schnellessigfabrikation). Er löst Kochsalz nicht auf (von der Unlöslichkeit des Kochsalzes in Alkohol macht man bei der hallymetrischen Probe Gebrauch; S. 463). Durch die Einwirkung von den meisten Säuren findet eine Aetherification des Alkohols statt. Schwefelsäure bildet je nach der angewendeten Menge und der Concentration Aetherschwefelsäure, Aether oder Kohlenwasserstoffgas. Salzsäure bildet Chloräthyl. Einige organische Säuren, wie Buttersäure und Oxalsäure ätherificiren direct den Alkohol; die meisten anderen organischen Säuren bedürfen hierzu der Schwefelsäure oder Salzsäure.

Der Alkohol ist das berauschende Princip aller geistigen Flüssigkeiten.

Die Rohmaterialien der Spiritusfabrikation.

Der Alkohol ist stets das Produkt der geistigen Gährung; die Spiritusfabrikation zerfällt in drei Hauptoperationen:

1) in die Darstellung der zuckerhaltigen Flüssigkeit,
2) in die Gährung derselben,
3) in die Abscheidung des Alkohols durch Destillation.

Es können mithin alle gegohrenen zuckerhaltigen Flüssigkeiten oder diejenigen Substanzen, welche durch Gährung Alkohol liefern, zur Spiritusfabrikation benutzt werden.

Alle diejenigen Materialien, welche zur Erzeugung von Spiritus angewendet werden, enthalten bereits fertig gebildeten Alkohol, oder Rohrzucker und Glycose, oder endlich Substanzen, welche entweder durch die Einwirkung von Diastase oder von verdünnten Säuren in Glycose übergehen können; solche Substanzen sind das Stärkemehl, das Inulin, das Lichenin, die Pektinkörper und die Cellulose. Die Rohmaterialien der Spiritusfabrikation lassen sich also in die folgenden drei Gruppen bringen:

1. Gruppe: Flüssigkeiten, welche die Gährung bereits durchgemacht haben und daher fertig gebildeten Alkohol enthalten, der nur durch Destillation abgeschieden zu werden braucht; der Wein, das Bier und der Cider gehören in diese Gruppe;

2. Gruppe: Feste oder flüssige Substanzen, welche Zucker, entweder Rohrzucker oder Glycose und Chylariose, oder Milchzucker enthalten. Hierher gehören die Zuckerrüben, Mohrrüben, das Zuckerrohr, die Maisstengel, das chinesische Zuckerrohr (Sorghum), die Quecke, das Stein- und Kernobst (namentlich Zwetschen, Kirschen und Feigen), die Beeren (die Trauben, Vogelbeeren und Wachholderbeeren), Melonen und Kürbisse, die Cactusfrüchte, der Krapp, die Melasse der Rohr- und Rübenzuckerfabriken, die Trester der Wein- und Bierbereitung, der Honig und die Milch.

3. Gruppe: Alle Substanzen, welche weder Alkohol noch Zucker enthalten, deren Bestandtheile aber in Zucker und zwar in Glycose übergeführt werden können. Diese der Saccharification fähigen Bestandtheile sind das Stärkemehl, das Inulin, das Lichenin, die Pektinkörper und die Cellulose; sie finden sich in einer behufs ihrer Anwendung in der Spiritusbereitung hinlänglichen Menge in folgenden

a) Wurzeln und Knollen: Kartoffeln, Topinambour, Asphodelus, Kaiserkrone, Dahlienknollen;

b) Cerealien: Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Mais, Reis;

c) Leguminosen und andere Samen: Buchweizen, Hirse, Negerhirse, Erbsen, Linsen, Bohnen, Wicken, Lupinen, Kastanien, Rosskastanien, Eicheln;

d) cellulosehaltige Substanzen: Holz (Sägespäne), Papier, Stroh, Heu, Blätter, Flechten und Moose.

In der Zukunft wird vielleicht eine

4. Gruppe aufgestellt werden müssen, welche alle Substanzen umfassen wird, die zur synthetischen Darstellung von Alkohol, von sogenanntem Mineralspiritus, dienen können. Berthelot wies 1855 die Bildung von Alkohol aus ölbildendem Gas und Wasser ($C_4 H_4 + 2 HO = C_4 H_6 O_2$) nach. Oelbildendes Gas wird bei anhaltendem Zusammenschütteln mit concentrirter Schwefelsäure unter Bildung von Aetherschwefelsäure absorbirt, aus der Flüssigkeit kann durch Verdünnung mit Wasser und Destillation sofort wässeriger Alkohol gewonnen werden. Vor der Hand ist die synthetische Bildung des Alkohols nur von wissenschaftlichem Interesse.

A. Darstellung der weingaren Maische.

Weingare Maische aus Cerealien.

Getreidebranntwein (Kornbranntwein) wird aus Weizen, Roggen und Gerste dargestellt. Nie brennt man eine Getreideart allein, da die Ausbeute an Alkohol erfahrungsmässig grösser ist, wenn man zwei Getreidearten, wie Weizen und Gerste, Roggen und Gerste u. dergl. brennt. Meist nimmt man Gemenge von Roggen mit Weizen- oder Gerstenmalz, oder Weizen gemengt mit Gerstenmalz. Auf 1 Th. Malz rechnet man 2—3 Th. ungemalztes Getreide. Entweder bereitet man wie in England eine wirkliche Würze, indem man, wie in der Bierbrauerei malzt, taigt und maischt und dann die Würze zieht, oder man lässt die ganze Maische nebst den Trebern gähren. Letzteres Verfahren ist in Deutschland gebräuchlich und wird auch bei nachstehender Beschreibung zu Grunde gelegt werden.

Die Darstellung der weingaren Maische aus Getreide zerfällt in folgende vier Operationen, nämlich in

1) *Das Schroten.* Das rohe so wie das gemalzte Getreide werden vor der Verrarbeitung geschroten; da es sich in der Spiritusfabrikation nicht um die Darstellung eineklaren Würze handelt, sondern darum, dass die Zuckerbildung eine vollständige ist, so ist es durchaus erforderlich, dass das Schrot möglichst fein sei. In der Spiritusbereitung wird jetzt vorzugsweise Grünmalz verwendet.

2) *Das Eintaigen.* Die Operation des Eintaigens ist ihrem Wesen nach mit dem Einmaischen der Brauer identisch, mit dem Unterschiede jedoch, dass der Brenner die vollständige Ueberführung des Stärkemehls in Glycose beabsichtigt, während der Brauer einen Theil der Stärke nur in Dextrin überführt. Die vollständige Verzuckerung, ferner die vollständige Umwandelung der Glycose in Alkohol während der Gährung, sind nur bei einer gewissen Verdünnung der Maische möglich. Unter ein gewisses Verhältniss des Wasserzusatzes darf nicht herabgegangen werden, wenn man nicht an Ausbeute verlieren will. Da in den meisten deutschen Ländern nicht das fertige Produkt, der Alkohol, sondern der

Maischraum versteuert wird, so liegt es in dem Interesse des Brenners, seinen Maischraum möglichst auszunutzen und mit höchst concentrirter Maische zu arbeiten. Die Forderungen der Wissenschaft sind daher den Forderungen der Praxis entgegengesetzt; erstere verlangt die grösste Alkoholausbeute aus einem gegebenen Gewicht des Rohmaterials, letztere aus dem kleinsten Maischvolumen. Bis zu einem gewissen Punkte wird daher der Vortheil, welcher aus der genauen Befolgung der Grundsätze der Chemie folgt, durch den Nachtheil mehr als compensirt, der aus den Steuerverhältnissen entspringt. Die Erfahrung hat nun den Weg gezeigt, auf welchem Theorie und Steuer, Gewinn und Verlust, sich mit einander in's Gleichgewicht setzen. Ehemals rechnete man auf 1 Th. Schrot im Mittel 8 Th. Wasser, es fand vollständige Verzuckerung und vollständige Vergährung statt und die Trennung des Alkohols durch Abdestilliren konnte aus einer so dünnen Maische mit Leichtigkeit geschehen. Diesen Vortheilen stellte sich der Nachtheil grösserer Geräthschaften und einer grösseren Brennstoffconsumtion entgegen. Dazu kam noch die Besteuerung des grösseren Maischraumes. Man wurde so nach und nach veranlasst, von 8 Th. Wasser auf sechs, fünf, ja bis auf 3,75 herabzugehen und erhielt in Folge einer vollständigeren Vergährung mit weniger Kosten eine grössere Alkoholausbeute als früher. In neuerer Zeit zieht man das Verhältniss von 1 : 4,5 vor. Bei einem Verhältniss von 1 : 3,75 tritt schon entschieden ein Verlust ein, es bleibt zu viel Stärkemehl und Dextrin in der Schlempe zurück.

3) *Das Ab- und Zukühlen der Maische.* Nachdem die Verzuckerung vollendet ist, muss die Temperatur der Maische so schnell als möglich auf die zum Hefengeben und zum Einleiten der Gährung geeignete Temperatur herabgebracht werden. Das Kühlen geschieht theils durch Abkühlung auf Kühlschiffen, genau so wie in der Bierbrauerei, theils durch Vorrichtungen (Kühlapparate), welche die Verdunstung befördern, theils auch durch Zukühlen mit kaltem Wasser oder mit Eis. Die Temperatur, bis zu welcher gekühlt werden muss, richtet sich nach der Temperatur des Gährlokales, ferner nach der Dauer der Gährung; wendet man dreitägige Gährung an, so braucht man begreiflicherweise eine etwas höhere Temperatur als bei viertägiger Gährung. Nachdem die Maische bis zur erforderlichen Temperatur — im Durchschnitt bis auf 23° C. — abgekühlt worden ist, setzt man ihr einen Theil des Zukühlwassers zu und bringt sie in den Gährbottich.

4) *Die Gährung der Maische.* Die Gährbottiche sind meist aus Holz, doch wendet man auch solche aus Stein an. Erstere verdienen den Vorzug, da sie weniger schnell die Wärme ableiten. Aus dem nämlichen Grunde zieht man grössere Bottiche den kleineren vor. Eine Capacität von 4000 Litern wird selten überschritten. Man benutzt entweder Bierhefe (Oberhefe oder Unterhefe) im flüssigen Zustande, oder Presshefe, wie sie durch Abpressen der Bierhefe oder der bei der Gährung der Branntweinmaische sich bildenden Hefe gewonnen wird. Letztere wird vor ihrer Anwendung in warmem Wasser zertheilt. Von der flüssigen Bierhefe rechnet man auf 1000 Liter Maische 8—10 Liter, auf 3000 Liter Maische reicht man mit 15 — 20 Liter Hefe. Von der Presshefe verwendet man auf 1000 Liter Maische $\frac{1}{2}$ Kilogr., auf 3000 Liter 1 Kilogr. Da man Bier- und Presshefe nicht immer von der erforderlichen Qualität und zu billigem Preise haben kann, so pflegt man in den grösseren Brennereien künstliche Hefe zu bereiten. Das Zugeben der Hefe zu der gekühlten Maische geschieht auf ähnliche Weise wie das Anstellen der Bierwürze. Nach 3 — 5 Stunden tritt die Gährung ein, wobei sich die Temperatur auf 30 — 32° erhöht. So wie die Kohlensäureentwickelung aufhört, sinken die schwereren Theile unter und machen den flüssigen Platz. Diese Erscheinung tritt am vierten Tage ein und gilt als Zeichen der Beendigung des Gährungsprocesses. So wie die Maische weingar oder reif ist, muss sofort zur Abscheidung des Alkohols geschritten werden. Dass man hier unter Reife nicht die absolute Vollendung der Gährung, sondern die relative mit Berücksichtigung des ökonomischen Vortheiles versteht, welcher mit der rechtzeitigen Unterbrechung der Gährung verbunden ist, bedarf kaum der Erwähnung.

Maische aus Kartoffeln.

Die *Kartoffeln* enthalten ebenso wie die Cerealien nur das in Glycose überführbare Stärkemehl, nicht aber auch den Umbilder, welchen man Diastase genannt hat. Dieser Stoff wird auch nicht in den Kartoffeln durch das Keimen erzeugt. Damit daher die Stärke der Kartoffeln in Glycose übergehe, muss man entweder bei der Verarbeitung der Kartoffeln Malz zugeben, oder die vorbereiteten Kartoffeln mit verdünnter Schwefelsäure behandeln. Je nachdem nun das erstere oder das letztere geschieht, unterscheidet man: a) Darstellung der Maische mit Hülfe von Malz, b) Darstellung der Maische mittelst Schwefelsäure. Die

erstere Art der Maischdarstellung ist die gewöhnliche und von ihr wird vorzugsweise im Folgenden die Rede sein.

Man unterscheidet bei der Bereitung der weingaren Kartoffelmaische folgende Operationen: 1) *Das Waschen und Kochen der Kartoffeln.* Ehe man die Kartoffeln dämpft oder kocht, reinigt man dieselben in der Regel von der anhängenden Erde. Das Waschen geschieht entweder in einem Troge oder in einer Trommel. Nach dem Waschen schreitet man zum Kochen der Kartoffeln, ohne sie vorher von der Schale zu befreien. Früher kochte man die Kartoffeln mit Wasser, gegenwärtig allgemein mit Dämpfen.

2) *Das Zerkleinern der gargekochten Kartoffeln.* Sobald die Kartoffeln gargekocht sind, schafft man die Kartoffeln aus dem Bottich auf den Rumpf, der sie nach dem zum Zerkleinern dienenden Apparate führt. Dabei wird die Dampfzufuhr nur ermässigt, nicht unterbrochen, damit die Kartoffeln heiss bleiben. Beim Erkalten nehmen gekochte Kartoffeln bekanntlich häufig eine seifige Beschaffenheit an, in deren Folge sie nur schwierig zerkleinert und nicht mehr gleichmässig mit Wasser gemischt werden können. Eine vollständige Ueberführung des Stärkemehls in Glycose ist aber nur dann erreichbar, wenn durch die Quetschmaschinen eine lockere, mehlartige Substanz und nicht eine zusammengeballte Masse geliefert wird. Die einfachste Vorrichtung zum Zerkleinern der Kartoffeln besteht in zwei hohlen gusseisernen Walzen, deren Axen in Lagern eines Gestelles liegen und welche durch zwei Räder so mit einander verbunden sind, dass bei der Umdrehung die Walzen in entgegengesetzter Richtung sich bewegen.

3) *Das Einmaischen.* Die Kartoffeln werden auf ähnliche Weise wie das rohe Getreide unter Zusatz von Malz gemaischt. Man zieht das Gerstenmalz, weil es am kräftigsten und vortheilhaftesten wirkt, allen übrigen Malzarten vor, doch wendet man auch nicht selten Roggenmalz mit Gerstenmalz gemischt an. Das Grünmalz wirkt kräftiger als das Luftmalz und bedingt eine grössere Alkoholausbeute. Das Verhältniss des Malzschrotes zu den Kartoffeln wird verschieden angegeben, während auf der einen Seite behauptet wird, dass 2—3 pCt. Gerste (als Malz) auf 100 Th. Kartoffeln genügend seien, wollen andere, dass man 10 pCt. Gerste nehme. Wie so häufig in der Welt möchte auch hier das Richtige in der Mitte liegen und in der That ist ein Zusatz von 5 Th. Gerste oder auch Luftmalz zu 100 Th. Kartoffeln am gebräuchlichsten. 100 Th. Kartoffeln (mit etwa 20 pCt. Stärkemehl) geben im Durchschnitt 17,3 Th. wasserfreies Extract in die Maischwürze, 5 Th. Gerstenmalz geben 3 Th. wasserfreies Extract; die Spiritusausbeute ist daher auf diese beiden Materialien zu vertheilen.

Bei dem Dickmaischen der Kartoffeln geht man etwas weiter als beim Maischen des Getreides, nämlich bis zu einem Verhältnisse der Trockensubstanz zum Wasser, wie 1 : 4,5, 1 : 4, selbst 1 : 3. Es ist klar, dass der grosse Wassergehalt der Kartoffeln (72—75 pCt.) bei diesem Verhältnisse in Abzug gebracht wurde.

Das Ab- und Zukühlen erfolgt auf dieselbe Weise, wie früher beschrieben worden ist. Auf dem Kühlschiffe erleidet die Maische Veränderungen, welche theilweise zum Vortheil, aber auch zum Theil nachtheilig auf die Alkoholausbeute sind. Zu den günstigen Veränderungen ist die Zunahme des Zuckergehaltes zu rechnen. In der abgekühlten Maische ist mehr Glycose enthalten als vorher, eine Thatsache, die sich nur durch die Gegenwart von Proteïnkörpern in der Maischwürze erklären lässt, welche die Eigenschaft besitzen, das Dextrin der ungekühlten Maische in Glycose überzuführen*). Eine andere Veränderung der Maische besteht in der Bildung von Milchsäure, die sich stets unter Mitwirkung eines eigenthümlichen Milchsäurefermentes auf Kosten des Zuckers bildet. Die Milchsäure bildet sich um so reichlicher, je langsamer die Abkühlung der Maische auf die Gährtemperatur vor sich geht. Das beste Mittel, ihre Bildung auf ein unschädliches Maass zu erniedrigen, besteht daher in der möglichst schnellen Abkühlung.

*) Jeder Eiweisskörper besitzt in einem bestimmten Zersetzungsgrade die Eigenschaft, Stärkemehl in Glycose überzuführen, so Blut, Galle, Gehirnsubstanz, Hefe, Albumin von gekeimter Gerste, Speichel, faules Fleisch. Wenn Mulder will, dass das Wort Diastase aus der Wissenschaft gestrichen werde — er schlägt dafür den Namen Satzmehlumbilder vor — so lässt sich vom Standpunkte der chemischen Wissenschaft aus kaum etwas erwidern, da die Diastase als chemisches Individuum nicht existirt. In der Technologie dagegen kann die Diastase beibehalten werden, nur sei unter ihr nur der Inbegriff von solchen in Zersetzung begriffenen Eiweisssubstanzen verstanden, welche das Stärkemehl in Glycose umzuwandeln vermögen.

Maische mittelst Schwefelsäure. Darstellung der Maische mittelst Schwefelsäure. Wie Seite 466 angegeben worden ist, kann die Umwandelung des Stärkemehls in Glycose ausser durch die sogenannte Diastase des Malzes auch noch durch verdünnte Säuren, namentlich verdünnte Schwefelsäure, geschehen. Diese Art der Maischbereitung ist von Leplay empfohlen worden.

Bei der Ausführung werden die rohen Kartoffeln zu einem Brei zerrieben; der Brei wird in einen grossen Bottich gebracht und mit viel Wasser übergossen. Das aus den zerrissenen Zellen des Kartoffelbreies ausgeschiedene Stärkemehl setzt sich theils auf dem Boden des Bottichs, theils auf der zerriebenen Kartoffelmasse ab. Die überstehende braune Flüssigkeit und mit ihr das Eiweiss der Kartoffeln, welches der Einwirkung der Schwefelsäure Schwierigkeiten machen würde, wird mit Hülfe eines Hebers entfernt. Die Flüssigkeit selbst dient für das Vieh entweder zum Tränken oder zum Annetzen des trocknen Futters. Während der Kartoffelbrei ausgelaugt wird, erhitzt man in einem zweiten Bottich die erforderliche Menge verdünnter Schwefelsäure mit Hülfe eines Dampfrohres bis zum Sieden. Auf das Hektoliter Kartoffeln rechnet man 1,5 bis 2 Kilogr. englische Schwefelsäure und zu deren Verdünnung 3—4 Liter Wasser. In diese siedende Flüssigkeit wird nach und nach der ausgelaugte Kartoffelbrei eingetragen. Das Kochen wird fortgesetzt, bis nicht nur kein Stärkemehl, dessen Abwesenheit durch Jodwasser erkannt wird, sondern auch kein Dextrin in der Flüssigkeit mehr ist. Eine Probe der Flüssigkeit in einem Probirgläschen mit starkem Alkohol gemischt, darf nicht milchig werden, gegenfalls das Kochen fortgesetzt werden muss. Nach etwa fünfstündigem Kochen ist die Zuckerbildung beendigt. Die Flüssigkeit wird in einen Bottich mit Doppelboden gebracht und behufs der Trennung des ungelösten Faserstoffes in einen anderen Bottich abgelassen und darin mit Hülfe von Kreide neutralisirt. Die vom ausgeschiedenen Gypse abgelassene Flüssigkeit wird wie die mittelst Malz erhaltene Maische mit Hefe zur Gährung gebracht. Ueber den Werth des Leplay'schen Verfahrens hat die Praxis noch nicht endgiltig entschieden. In dem, was bis jetzt vorliegt, findet sich viel Widersprechendes. Im Allgemeinen stimmen alle Urtheile darin überein, dass mit dem neuen Verfahren im Ganzen wenig Vortheil verknüpft ist; was an Malz erspart wird, absorbirt die Ausgabe für Schwefelsäure und Brennmaterial, von welchem wegen des mehrstündigen Kochens bedeutend mehr verbraucht wird.

4) *Die Gährung der Kartoffelmaische.* Das Zugeben der Hefe zu der gekühlten Maische in den Gährbottichen geschieht auf dieselbe Weise wie bei der Maische aus Cerealien. Als Gährmittel wendet man auch hier Bierhefe an. Auf 100 Kilogr. rechnet man 1 — 2 Liter breiiger Bierhefe oder $^3/_4$—1 Kilogr. Presshefe. In der Kartoffelmaische befindet sich neben Malz- und Getreidehülsen auch fein zertheilter Zellenstoff; diese Substanzen werden während der Gährung auf die Oberfläche gehoben und bilden daselbst eine Decke, deren Ansehen und Verhalten einen Schluss auf den Verlauf der Gährung zu ziehen gestattet. Man unterscheidet in dieser Hinsicht regelmässige und unregelmässige Gährung. Erstere tritt nach 4 — 6 Stunden nach dem Hefegeben ein und verläuft innerhalb einer dem zugesetzten Hefenquantum und der Temperatur entsprechenden Zeit. Die Gährung geht ruhig, nicht stürmisch vor sich, die Decke wälzt sich durcheinander, indem dieselbe in einer Art rollender Bewegung an einer Seite niedersinkt, an der anderen Seite sich aus der Maische wieder emporhebt (Gährung mit wälzender Decke). Zuweilen bläht sich die Decke ähnlich gährendem Brotteig auf und steigt, bis das Kohlensäuregas entweicht, worauf dieselbe wieder zusammensinkt (Ebbe und Fluth). Unregelmässige Gährungsarten sind dagegen die Gährung unter der Decke, die Gährung mit durchbrochener Decke und die Gährung ohne Decke; bei der Gährung unter der Decke bleibt die Decke während der Gährung unbeweglich liegen und der Gährungserfolg ist gewöhnlich ein mangelhafter; der Grund davon ist in einem fehlerhaften Maischprocess und unvollkommener Verzuckerung, in der Benutzung eines zu schwachen Hefenquantums oder endlich einer zu niederen Temperatur der Maische und des Gährlokales zu suchen. Wenn während der Gährung die Decke durchbrochen wird und der Schaum über die Decke emportritt, die Decke aber ziemlich ruhig liegt, so ist zwar die Gährung kräftiger, als wenn sie unter der Decke erfolgt, das Resultat ist aber dennoch nicht befriedigend. Wenn endlich die Gährung ohne Decke verläuft, so ist dies ein Beweis einer zu schwachen Gährung, indem die Kohlensäureentwickelung nicht kräftig genug vor sich geht, um die Treber an der Oberfläche der Maische halten zu können. Bei normalem Verlaufe der Gährung ist die Hefe nach 60—70 Stunden weingar und zur Destillation reif.

Maische aus Rüben. Bei der Anwendung von solchen Vegetabilien zur Spiritusfabrikation,

in welchen der alkoholbildende Körper bereits als Rohrzucker oder als Glycose vorhanden ist, erspart man den Zuckerbildungs- oder Maischprocess und kann sofort zur Einleitung der Gährung schreiten, sobald die zuckerhaltigen Zellen aufgeschlossen worden sind und der Zucker in eine passende Lösung gebracht wurde. Der grosse Vortheil, welcher den Spiritusfabrikanten durch die Umgehung des Maischprocesses erwächst, springt zu sehr in die Augen, als dass man sich nicht mit aller Kraft bestreben sollte, die zuckerhaltigen Vegetabilien anstatt der stärkemehlhaltigen in die Spiritusfabrikation einzuführen, wobei jedoch nicht übersehen werden darf, dass nur dann eine solche zuckerhaltige Substanz Anwendung finden kann, wenn sie sich mit den bestehenden Steuerverhältnissen verträgt und sonst den Anforderungen Genüge leistet, die vom technischen und mercantilischen Standpunkte aus an die Spiritusfabrikation gemacht werden.

Unter den zuckerhaltigen Vegetabilien, die als Spiritusmaterialien Beachtung verdienen, stehen die Zuckerrüben oben an. Die Zuckerrübe ist als Spirituspflanze dann besonders von hohem Werthe, wenn die Kartoffelproduktion in Folge von Kartoffelkrankheiten einen Ausfall erlitten hat, um die Kartoffeln der Consumtion für die Menschen zu erhalten, ferner, wenn in Folge von niedrigen Zuckerpreisen oder misslichen Steuerverhältnissen die Zuckerfabrikation aus Rüben nicht mehr lohnend ist. Die Gewinnung des Saftes ist, so einfach wie sie scheint, doch ausserordentlich schwierig, da die zerriebenen Rüben ungeachtet ihres Saftreichthums einen sehr consistenten Brei bilden, indem die 4 pCt. Marksubstanz (Cellulose und Pektose) hinreichen, um die 96 pCt. Saft aufgesogen zurückzuhalten. Diese schwammige Beschaffenheit des Rübenbreies steht nun der Verwandelung der ganzen Rüben in eine hinreichend concentrirte Maische im Wege und es hat sich bis jetzt noch kein Mittel gefunden, eine Verflüssigung des Breies herbeizuführen. Könnte man den consistenten Rübenbrei zur vollständigen Vergährung bringen, so würden 100 Kilogr. desselben gegen 6 Liter Alkohol liefern, eine Ausbeute, die selbst bei sehr niedrigen Spirituspreisen eine Verarbeitung der Rübe auf Spiritus gestatten würde. Da eine vollständige Vergährung des Rübenbreies nicht ausführbar ist, so lag es nahe, nur den Saft der Rüben zu verarbeiten und zwar diesen wie bei der Rübenzuckerfabrikation durch Pressen oder durch Maceriren zu gewinnen.

Je nach der Art der Gewinnung des Saftes kann man folgende Methoden unterscheiden:

α) Gewinnung des Saftes durch Reiben und
- a) Pressen,
- b) Ausschleudern in Centrifugalapparaten;

β) Gewinnung des Saftes durch Maceration, wobei man
- a) die Rübenschnitte entweder mit kaltem oder mit heissem Wasser auslaugt (Verfahren von Siemens und Dubrunfault),
- b) die Rübenschnitte mit heissem Spülicht (Schlempe) von der vorhergehenden Destillation auslaugt (Verfahren von Champonnois),

γ) Nach dem Verfahren von Leplay (und eine Modification desselben von Pluchart) unterwirft man die zerschnittenen Rüben der Gährung, ohne den Saft zu extrahiren und ohne Hefe zuzusetzen, und destillirt den Alkohol aus den gegohrenen Rübenstücken mit Hülfe von heissen Wasserdämpfen ab.

Spiritus aus den Abfällen der Zuckerfabrikation. Auf den Antillen sowie in Ostindien werden die Abfälle der Zuckerfabrikation wie Zuckerschaum, Melasse u. dergl. in Gährung übergeführt und die gegohrene Flüssigkeit der Destillation unterworfen. Der durch Destillation der mit Wasser verdünnten und gegohrenen Rohrzuckermelasse erhaltene Branntwein führt in den englischen Colonien den Namen Rum (Rhum, Tassia) und auf Madagascar und Isle de France den Namen Guildive. Die bei der Destillation zuerst übergehenden Theile enthalten das eigenthümliche Aroma des Rums. Durch Gährung und Destillation des Rohrzuckerschaumes erhält man einen brenzlichen, scharf sauren Branntwein, der gewöhnlich den schwarzen Arbeitern gegeben und Negerrum genannt wird. In England und Deutschland fabricirt man viel ordinären Rum, indem man die verdünnte Melasse der Zuckerraffinerien mit Hefe

hinstellt und nach 3—4 Tagen die gegohrene Flüssigkeit destillirt. Das dem Rum eigenthümliche Aroma rührt von einer kleinen Menge Aether flüchtiger fetter Säuren, wol Pelargonäther her.

Auch die in so grosser Menge bei der Rübenzuckerfabrikation sich bildende *Melasse* dient zur Spiritusfabrikation. Für sich allein vergährt die Melasse nur sehr schwer vollständig. Beseitigt man aber vorher die alkalische Beschaffenheit der Melasse und führt man den Rohrzucker durch Kochen der Melasse mit verdünnter Schwefelsäure in Chylariose über, so ist die Gährung leicht einzuleiten und zu Ende zu führen. 100 Kilogr. Melasse geben im Durchschnitt 40 Liter Branntwein. Der anfänglich widerliche Geruch des Rübenbranntweins (das Rübenfuselöl besteht aus kleinen Mengen Propylalkohol, dann Butyl- und Amylalkohol, Pelargonsäure und Caprylsäure; ferner haben neuere Untersuchungen darin die Gegenwart eines Gemenges von Oenanth-, Capron- und Valeriansäure wahrscheinlich gemacht) verliert sich grösstentheils durch längeres Lagern. Der in der Blase nach dem Abdestilliren des Spiritus verbleibende Rückstand wird auf Potasche verarbeitet.

Spiritus aus Wein und Weintrestern. Die Destillation von Spiritus aus Wein ist besonders in Frankreich aber auch in Spanien und Portugal zu Hause. Man schätzt die jährliche Produktion von Weinspiritus oder Franzbranntwein (alcool de vin) in Frankreich auf 450,000 Hektoliter von 85 pCt. und an 400,000 Hektoliter Branntwein von 60 pCt. Die Qualität des aus Wein destillirten Branntweins ist von dem Reifegrade der Trauben, von der grösseren oder geringeren Sorgfalt bei der Gährung und Destillation, von der mehr oder minder innigeren Mischung der flüchtigen Principien des Weines mit dem Alkohol, von dem Alter des Weines und von der Art desselben abhängig. Alte Weine liefern eine bessere Qualität als junge, gallisirte und petiotisirte Weine eignen sich besonders zur Destillation. Der frisch destillirte Branntwein ist farblos und bleibt auch ohne Farbe, wenn man ihn sofort auf Flaschen füllt. Da man ihn aber in Fässern aus Eichenholz aufzubewahren pflegt, so löst er eine kleine Menge von Farb- und Extractivstoffen daraus auf und nimmt eine gelbliche Färbung an. Die besten Sorten von Weinbranntwein werden im Charentedepartement destillirt; sie führen sämmtlich im Handel den Namen Cognac und zeichnen sich durch eine eigenthümliche und gewürzhafte Milde aus, die man bis jetzt vergeblich nachzuahmen gesucht hat.

Auch aus den Weintrestern und dem Weingeläger destillirt man Branntwein (Tresterbranntwein und Drusenbranntwein).

B. Destillation der weingaren Maische.

Destillation der Maische. Die weingare Maische (Kartoffelmaische) ist ein Gemenge von nichtflüchtigen und flüchtigen Stoffen. Zu der ersteren gehören Fasern, Malzhülsen, unorganische Salze, Proteïnsubstanzen, unzersetzte und zersetzte Hefe, Bernsteinsäure, Milchsäure, Glycerin u. s. w., zu den flüchtigen der Alkohol, die Fuselöle, das Wasser und kleine Mengen von Essigsäure. Die durch die Gährung entstandenen flüchtigen Maischbestandtheile werden von den nicht flüchtigen durch Destillation getrennt, indem man die flüchtigen Bestandtheile in Dämpfe verwandelt und diese Dämpfe durch Abkühlung wieder condensirt. Wenn man die weingare Maische bis zum Sieden erhitzt, so bilden sich Dämpfe, welche wesentlich aus Alkohol und Wasser bestehen; die durch Condensation dieser Dämpfe erhaltene Flüssigkeit ist demnach ein Gemisch von Wasser und Alkohol.

Wasser siedet bei $+ 100^0$ C. bei 760 Millimeter Barometerstand
Alkohol „ „ $+ 78,3^0$ „ „ „ „

Da nun der Siedepunkt des Wassers um $21,7^0$ C. höher liegt als der des Alkohols, so könnte man vielleicht glauben, dass, wenn die weingare Maische bis auf etwa 80^0 erhitzt wird, nur der Alkohol übergehen werde, das Wasser dagegen zurückbleiben würde. Nun ist dies aber bekanntlich nicht der Fall und der Siedepunkt eines Gemenges von Wasser und Alkohol ist unter allen Umständen sogleich vom Anfange des Erhitzens an höher als der von reinem Alkohol und die sich bildenden Dämpfe sind stets ein Gemenge von Alkohol- und Wasserdämpfen. Der Grund hiervon liegt theils in der Anziehung des Alkohols zum Wasser, theils auch in der Ver-

dunstung; erstere hält den Alkohol zurück und verhindert denselben bei der Siedetemperatur des Alkohols (bei 78,3°) in Gestalt von Alkoholdampf zu entweichen. Ist durch Erhitzen der Siedepunkt des Gemisches von Alkohol und Wasser erreicht, es sei derselbe 90° C., so wird von dem Alkohol der grösste Theil dampfförmig sich entwickeln, weil dessen Siedepunkt der niedrigere ist; von dem Wasser wird dagegen nur so viel verdunsten, als wenn durch bis auf 90° erhitztes Wasser ein Luftstrom geleitet würde, denn die sich entwickelnden Alkoholdämpfe verhalten sich genau so wie ein Luftstrom und nehmen während ihres Durchganges durch das Gemisch von Alkohol und Wasser eine von der Temperatur abhängige Quantität Wasserdampf auf. Da die aus einer Flüssigkeit entweichende Dampfmenge im direkten Verhältnisse steht zu der Temperatur der Flüssigkeit, so wird die Menge der Wasserdämpfe in dem Dampfgemisch in dem Verhältniss zunehmen, je höher der Siedepunkt des Gemisches steigt, bis endlich, wann der Siedepunkt des Wassers (= 100°) erreicht ist, in den sich entwickelnden Dämpfen keine Spur von Alkohol sich mehr befindet. Bei Beginn der Destillation bestehen daher die Dämpfe aus viel Alkohol und sehr wenig Wasser, später aus mehr Wasser, endlich nur aus Wasser. Man kann daher nie ohne weiteres durch blosse Destillation aus einer weingaren Maische den Alkohol von den übrigen flüchtigen Maischbestandtheilen trennen. Unterbricht man die Destillation dagegen zur gehörigen Zeit, so hat man in dem Destillat allen Alkohol, nebst einem kleinen Theile Wasser, während die Destillationsrückstände (Phlegma) keine Spur von Alkohol mehr enthalten.

Das aus Alkohol und Wasser bestehende Destillat heisst Lutter (Läuter, Lauer); unterwirft man dasselbe einer nochmaligen Destillation oder Rectifikation, so wird das Destillat alkoholreicher, bis es endlich durch wiederholtes Rectificiren oder Weinen einen gewissen Alkoholgehalt erlangt hat, der durch Destillation nicht mehr erhöht werden kann. Die letzten Antheile Wasser werden von dem Alkohol so hartnäckig zurückgehalten, dass deren Entfernung durch Destillation nicht ausführbar ist, wol aber erreicht werden kann, wenn man zu dem wasserhaltigen Alkohol eine Substanz setzt, die zum Wasser mehr Verwandtschaft, als letzteres zum Alkohol hat. Solche Körper sind z. B. der Aetzkalk, das geschmolzene Chlorcalcium u. s. w.; sie geben bei der Digestion und nachfolgenden Destillation absoluten Alkohol, welcher in der Technik im Grossen niemals Anwendung findet. Das bei der Rectifikation des Lutter zuerst übergehende, sehr alkoholreiche Destillat heisst Vorlauf, das spätere Nachlauf. Ein zweimal rectificirter Alkohol enthält gegen 50 pCt. Alkohol; durch Rectification kann man den Alkohol nicht stärker als 95procentig darstellen. Der nach dem Abtreiben des Alkohols bleibende Rückstand heisst Schlempe (auch Spülicht).

Destillirapparate. Ein Destillirapparat, wie er zur Spiritusgewinnung Anwendung findet, besteht in seiner einfachsten Form aus vier Theilen, nämlich der Destillirblase, dem Helm, dem Kühlapparate und der Vorlage zur Aufnahme des Destillates.

Die Blase oder der Destillirkessel (auch Brennkessel, Brennblase) ist gewöhnlich aus Kupferblech, seltener aus Eisenblech angefertigt und hat in der Regel die Gestalt eines flachen Kessels, der aber bis auf eine obere runde Oeffnung von 12 — 24 Zoll Durchmesser geschlossen ist. Die Oeffnung ist mit einem einige Zoll hohen, starken Halse versehen. Der Boden ist entweder eben oder in der Mitte nach oben aufgebogen. Zum Ablassen der Schlempe ist unmittelbar über dem Boden ein mit Hahn versehenes Abflussrohr angebracht. Auf dem Obertheile der Blase befindet sich seitlich noch ein Ansatzrohr zum Füllen der Blase mit Maische.

Der Helm oder Hut führt die entwickelten Dämpfe aus der Blase in den Condensationsapparat. Obgleich hierzu ein einfaches Rohr schon genügend wäre, zieht man es bei einfachen Destillirapparaten vor, den Helm gross und weit zu machen, um nicht nur die Maischtheilchen, die das Destillat verunreinigen würden, abzuscheiden, sondern auch ein alkoholreicheres Produkt zu erhalten, indem in Folge der grösseren Oberfläche die Dämpfe eine Abkühlung erleiden, welche die Fortführung der zuerst condensirten Wasserdämpfe verhindert. Grössere Helme haben endlich auch den Vortheil, dass sie Steigraum für die beim Erhitzen sich ausdehnende Maische gewähren. Da das Volumen der Dämpfe während der Abkühlung sich verringert, so würde die Gestalt eines Kegels die beste Helmform sein.

Die Kühlapparate haben die Bestimmung, die durch den Helm zugeführten Dämpfe nicht blos möglichst vollständig zu condensiren und in eine tropfbare Flüssigkeit zu verwandeln, sondern auch so weit abzukühlen, dass davon nichts verdunstet; sie dürfen den Dämpfen keinen unnöthigen Spielraum gestatten, weil sonst während der Destillation atmosphärische Luft eindringt, die sich mit Alkoholdämpfen imprägnirt und dadurch beim Austritt oder Wechsel einen Alkoholverlust nach sich zieht; sie müssen endlich auch einfach und dauerhaft construirt sein und eine leichte und vollständige Reinigung zulassen. Die Kühlapparate sind Leitungen aus Zinn oder Kupfer (seltener Blei), welche von aussen durch Wasser oder wie bei den neueren Destillirapparaten durch Maische abgekühlt werden.

Verbesserte Destillirapparate. Wir betrachten nun diejenigen Destillirapparate, mit deren Hülfe man sofort durch eine einmalige Destillation starken Alkohol erhalten kann. Alle diese Apparate, mag ihre Construction noch so verschieden sein, haben das mit einander gemein, dass die gemischten Alkohol- und Wasserdämpfe auf ihrem Wege von der Blase bis zum Kühlapparate ununterbrochen an Alkohol reicher werden, bis sie endlich, auf die Stärke von Alkohol gebracht, in den Kühlapparat zur Verdichtung kommen.

Diese Anreicherung wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich

1) dadurch, dass das Dampfgemisch wiederholt durch alkoholische Flüssigkeiten streicht, die durch Verdichtung der anfangs einströmenden Dämpfe entstanden sind; später, wenn die Temperatur in Folge fortgesetzten Einströmens von Dämpfen sich steigert, findet eine neue Destillation statt, wobei die Dämpfe weit alkoholreicher sind, als bei der ersten Destillation (Princip der Rectification);

2) dass die Dämpfe wiederholt der Einwirkung der kühleren Wände und Metalloberflächen des Apparates ausgesetzt werden; durch eine derartige regulirte Abkühlung ist man im Stande, das Dampfgemisch zu zerlegen, so dass der alkoholreichere Theil dampfförmig bleibt, während die Wasserdämpfe sich verdichten (Princip der Dephlegmation).

Ehedem war man genöthigt, wenn man starken Spiritus darstellen wollte, das Destillat wiederholten Destillationen zu unterwerfen, welche Geld und Zeit kosteten. Gegenwärtig finden diese Rectificationen in dem Apparate selbst statt und dadurch, dass man das Dampfgemisch zerlegt, ist man im Stande, durch eine einmalige Destillation Spiritus von beliebiger Stärke darzustellen.

An den meisten der neueren Destillirapparate lassen sich folgende Theile unterscheiden:

1) die Blase oder der Kessel, in welchem die sich zu destillirende weingare Maische befindet;

2) zwei Kühlapparate, deren einer als Rectificator dient; der andere vervollständigt die Condensation des fertigen Produktes;

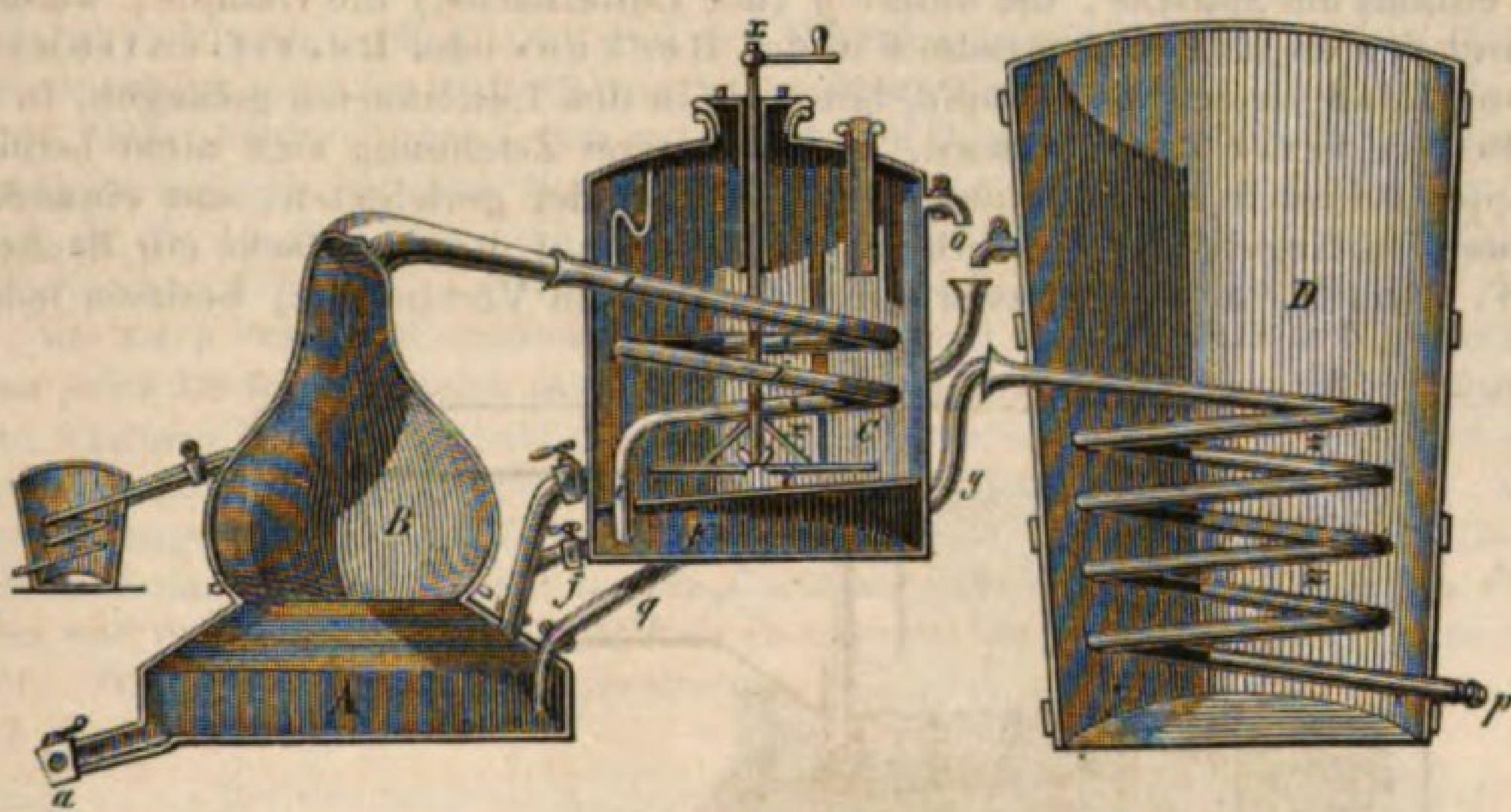
3) ein Dephlegmator, in welchem das Dampfgemisch (Lutterdampf) zerlegt wird in einen Theil, der viel wässeriger ist und sich verdichtet, während ein anderer weit alkoholreicherer Theil dampfförmig bleibt. Letzterer gelangt in den Kühlapparat, ersterer fliesst zur Blase zurück.

Von den in Deutschland üblichen Destillirapparaten, bei welchen die zu destillirende Substanz weingare Kartoffelmaische ist, seien in Folgendem die Apparate von Dorn, Pistorius, Gall, Schwarz und Siemens beschrieben.

Der Dorn'sche Apparat (Fig. 179) besteht aus der Destillirblase A, dem geräumigen und dadurch als Dephlegmator wirkenden Helme B, dem Kühlapparate D und dem zwischen Blase und Kühlapparat liegenden kupfernen Gefässe, welches durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen C und F getheilt ist, von welchen die obere als Vorwärmer, die untere als Rectificator (Lutterbehälter) wirkt. Das mit dem Helm in Verbindung stehende kleine Kühlfass gestattet in jedem beliebigen Momente die aus der Blase sich entwickelnden Dämpfe auf ihren Alkoholgehalt zu prüfen. Der Vorwärmer ist bis zum Niveau des Hahnes o mit Maische gefüllt und fasst gerade so viel Maische, als zur Füllung der Brennblase erforderlich ist. Mit Hülfe des Rührwerkes xx wird die Maische von Zeit zu Zeit durcheinander gerührt, um die Wärmeabsorption gleichmässig zu machen. Die aus der Blase sich entwickelnden Lutterdämpfe treten in das Schlangenrohr i und erwärmen dadurch die Maische nach und nach bis fast auf 85°. Nach beendigter Destillation wird die Schlempe durch a abgelassen und die Blase aus dem Vorwärmer wieder mit Maische gefüllt. Sobald die Destillation be-

ginnt, werden die Dämpfe in dem Schlangenrohre *i* des Vorwärmers verdichtet und sammeln sich als Flüssigkeit in dem Lutterbehälter *F* an. Werden die Dämpfe in *i* nicht mehr condensirt, was der Fall ist, sobald die Maische eine gewisse Temperatur erlangt hat, so treten sie in den Lutter und erhitzen denselben bis zum Sieden. Die durch diese zweite Destillation

Fig. 179.



(Rectification) sich bildenden Dämpfe gehen durch *y* in das Schlangenrohr *zz* des Kühlapparates und treten bei *p* als Flüssigkeit aus. Mit dem Destilliren wird fortgefahren, bis das Destillat nur noch 35—40 pCt. Alkohol enthält; dann prüft man mit Hülfe des kleinen Kühlapparates *K*, ob sich aus der Maische noch Alkoholdämpfe entwickeln. Zeigt sich in dem bei *n* austretenden Destillat kein Alkohol, so ist die Destillation als beendigt anzusehen. Die Blase wird entleert, von Neuem aus dem Vorwärmer mit Hülfe von *l* gefüllt, der Vorwärmer mit neuer weingarer Maische beschickt und die Destillation wieder begonnen. Das in dem Lutterbehälter befindliche Lutter fliesst durch das Rohr *j* oder *q* in die Brennblase zurück.

Der Dorn'sche Apparat enthält, wie aus der Abbildung und Beschreibung folgt, keinen eigentlichen Dephlegmator, auch hat er nur eine Brennblase. Man benutzt ihn daher gegenwärtig seltener zur Alkoholgewinnung aus Maische, als vielmehr zur Spiritusrectification.

Apparat von Pistorius.

In Deutschland war Pistorius der Erste, welcher zwei Brennblasen anstatt einer anwendete und mit den Blasen auf höchst zweckmässige Weise Rectificatoren und Dephlegmatoren verband. Wenn man von einem normal construirten Apparat verlangt, dass man mit seiner Hülfe nicht nur allen Alkohol aus der weingaren Maische, sondern denselben auch möglichst rein und concentrirt und zwar mit dem geringsten Aufwand von Zeit, Arbeitslohn und Brennstoff erhalte, so muss man anerkennen, dass der Apparat von Pistorius viel leistet. Es wird ihm deshalb in Norddeutschland (weit weniger in Süddeutschland, wo mehr der Gall'sche Apparat eingeführt ist) meist der Vorzug vor anderen Brennapparaten gegeben, zu deren Construction der Pistorius'sche Apparat in vielen Fällen der Ausgangspunkt war.

A u. *B* (Fig. 180 s. f. S.) stellen die beiden Blasen vor. *A* ist die eigentliche Blase, welche sich entweder unmittelbar über einer Feuerung befindet oder weit zweckmässiger durch Dampf, welcher durch ein mit einem Dampfkessel verbundenes Rohr einströmt, erhitzt wird. Die zweite Blase *B* steht etwas höher hinter der ersten und wird, wenn nicht Dampfheizung stattfindet, von der Flamme der unter der ersten Blase angebrachten Feuerung mitgeheizt. Die Blase *A* heisst Brennblase; auf ihr ist der grosse Helm *D* mittelst Schrauben befestigt. *p* ist ein aus dem Helm hervorragendes Rohr und mit einem nach Innen sich öffnenden Sicherheitsventil versehen, durch welches Luft eintreten kann, sobald gegen Ende der Destillation durch Condensation der Dämpfe ein luftleerer Raum entstehen sollte. Mit diesem Rohre *p* steht, wie bei dem Dorn'schen Apparat ein kleiner Kühlapparat *q* in Verbindung, der durch einen Hahn abgeschlossen werden kann und dazu dient, die Beendigung der Operation zu erfahren. In beiden Blasen sind Rührvorrichtungen *m* und *n*; diese bestehen aus verticalen, oben mit einer Kurbel versehenen eisernen Stangen, an deren Enden eine Querstange befestigt ist, an welcher sich eine Kette befindet, die auf dem Boden der

Blase aufliegt und bei der Kurbeldrehung eine schleifende Bewegung erhält. Diese Rührvorrichtungen sollen nicht nur die Maische gegen das Anbrennen schützen, sondern auch die letzten Reste des Blaseninhaltes nach der Ausflussöffnung hinschieben. Das Rohr *x* führt die Lutterdämpfe in die zweite Blase, die Maischblase, in welche dasselbe weit hinabreicht. Das aus dem Helm *F* der Maischblase abgehende Rohr *s* führt die Dämpfe nach dem Maischvorwärmer, welcher (wie bei Dorn) in zwei Abtheilungen getheilt ist, die obere *E* enthält die Maische, die untere *g* (der Lutterkasten) die Dämpfe, welche letztere aus *g* durch den engen Zwischenraum *v* in den Becken- oder Rectificationsapparat *H* steigen. Häufig treten die Dämpfe, bevor sie in den Lutterkasten gelangen, in eine dritte Blase, die Niederschlagsblase, die auf unserer Zeichnung sich nicht befindet. Der Beckenapparat besteht aus zwei oder drei gegeneinander gerichteten, mit einander verbundenen stumpfen Kegeln aus Kupferblech und trägt auf der Oberfläche ein flaches Wassergefäss *W*. Die Becken stehen zwar durch ein Rohr in Verbindung, besitzen jedoch in der

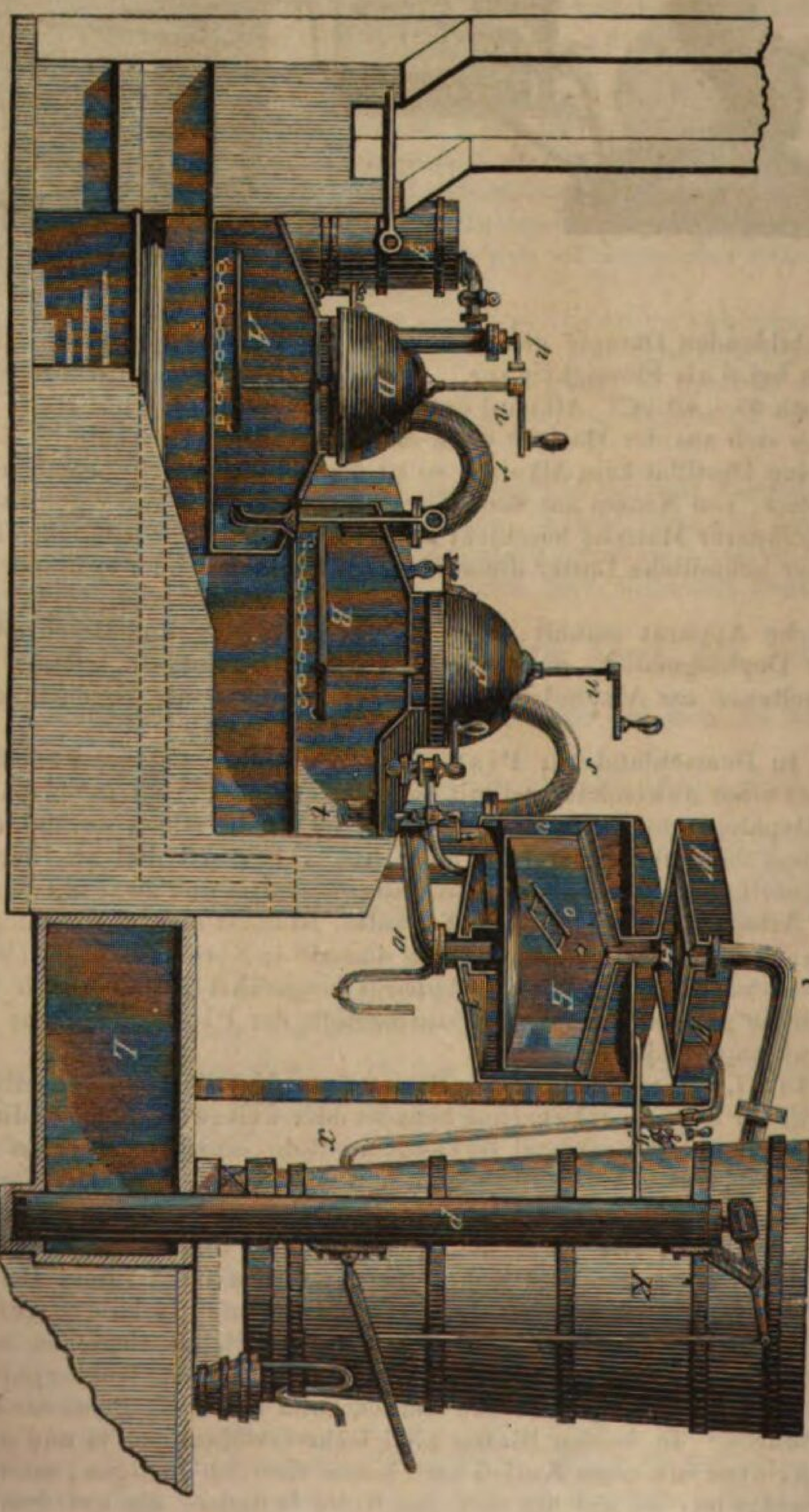


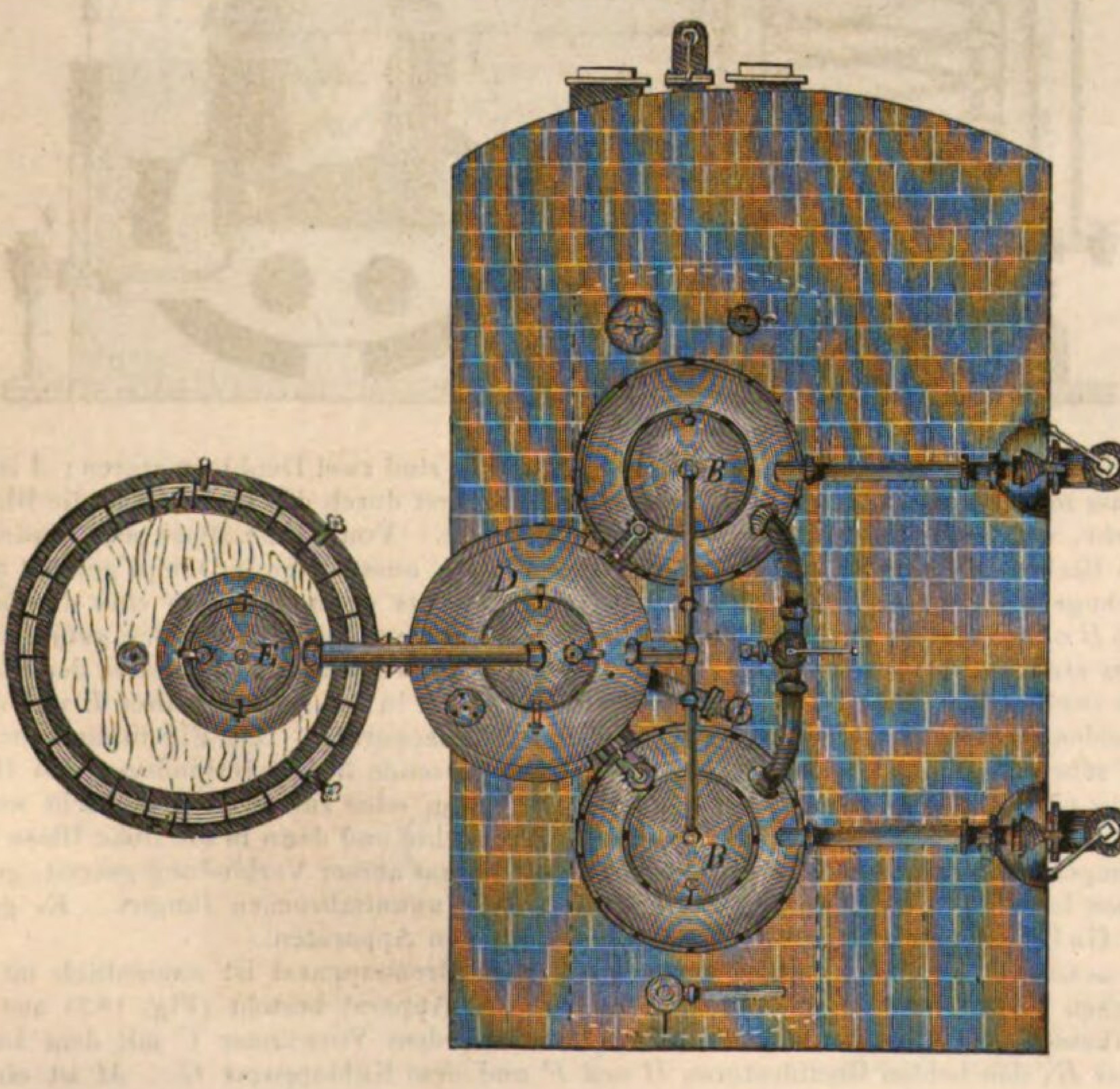
Fig. 180.

Mitte eine Scheidewand, welche so befestigt ist, dass zwischen dem äusseren Rande derselben und der Beckenwandung nur ein schmaler Raum übrig bleibt. Die in das untere Becken eintretenden Dämpfe können daher nicht sofort durch die entgegengesetzte Oeffnung austreten, sondern sind genöthigt, um die Scheidewand herum zu gehen. Das Rohr *x* führt kaltes Wasser nach dem Beckenapparat, das kurze Rohr *y* nach dem Vorwärmer. Die Pumpe *P* pumpt die Maische aus dem Maischbehälter nach dem Vorwärmer. Aus diesem gelangt die Maische in die zweite und von da in die erste Blase.

Zunächst füllt man beide Blasen und den Vorwärmer mit Maische an; ist die Füllung geschehen, so erhitzt man die erste Blase, sei es durch freies Feuer, sei es durch eingeleiteten Dampf. Die aus der Blase *A* sich entwickelnden Dämpfe gehen durch die Maische der Blase *B*, welche dadurch bis zum Sieden erhitzt wird. Die Blase *B* wirkt demnach als Rectificator; da die daselbst erzeugten Dämpfe keinen besonderen Druck mehr zu überwinden haben, so verlassen diejenigen, welche im Vorwärmer nicht condensirt wurden, sehr bald denselben, um nach dem Beckenapparate zu gehen. Soll die Destillation beginnen, so beschickt man jedes Becken zunächst mit kaltem Wasser und sorgt für Zufluss von kaltem und Abfluss von warmem Wasser, sobald die Dämpfe den Beckenapparat verlassen und sich dem Kühlapparat zuwenden. Sobald die Dämpfe das oberste Becken verlassen haben, dauert es nicht lange, so beginnt die eigentliche Destillation. Die condensirte Flüssigkeit, die anfangs tropfenweise ankommt, sammelt sich in dem Cylinder, wo das Aräometer seinen Platz hat, immer mehr und mehr an und fliesst endlich in Gestalt eines Strahles nach dem Spiritusreservoir ab. Die *Dampfheizung* hat gegenwärtig fast überall die Heizung über freiem Feuer verdrängt.

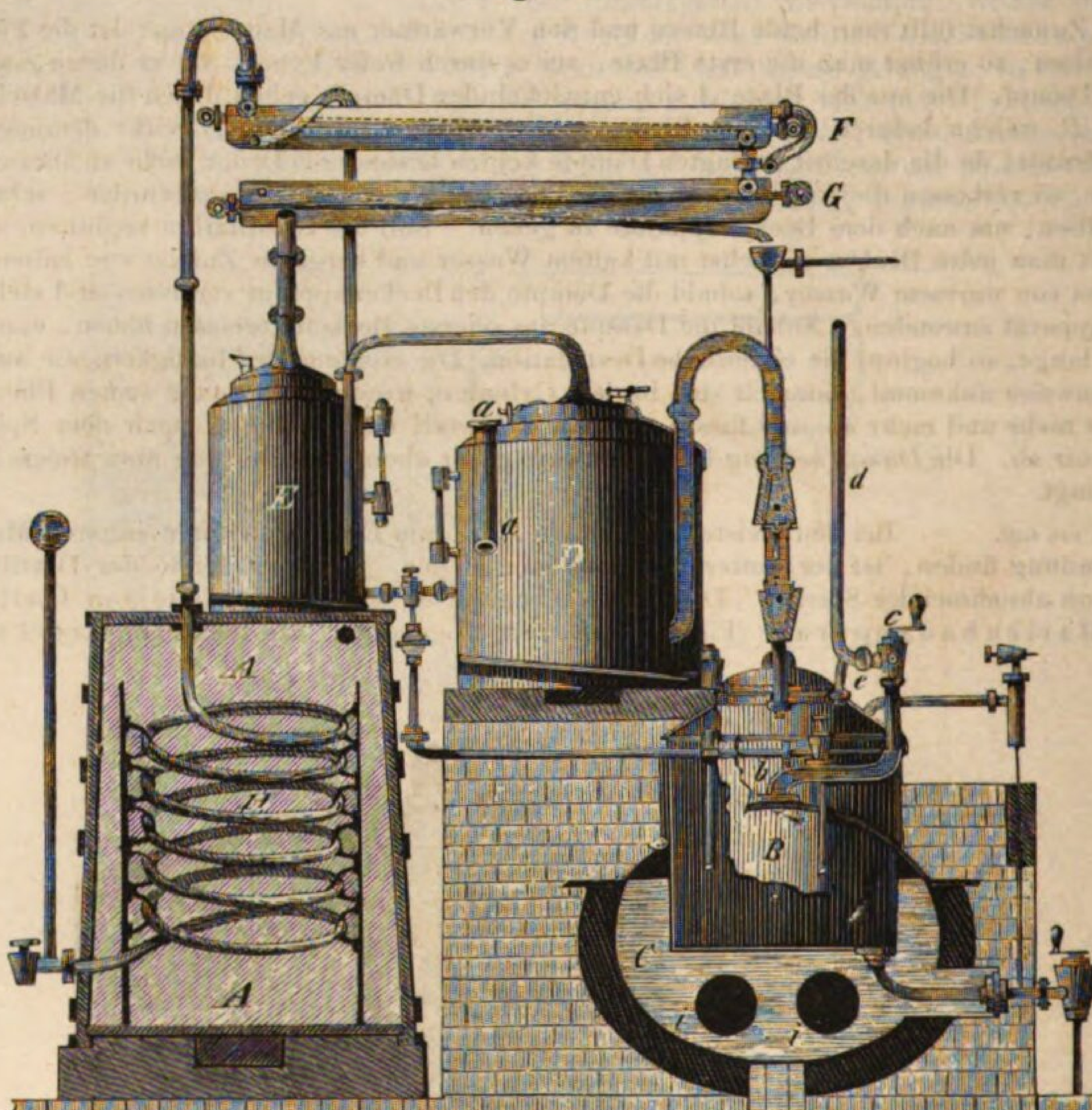
Apparat von Gall. Bei den meisten Apparaten, die zum Destilliren der weingaren Maische Anwendung finden, ist der Lutterdampf von ungleicher, gegen das Ende der Destillation hier von abnehmender Stärke. Diesem Uebelstande ist bei dem Apparate von Gall oder dem Marienbadapparate (Fig. 181 und 182) abgeholfen. Mit dem Dampfkessel stehen

Fig. 181.



zwei Blasen in Verbindung, und letztere mit dem Lutterbehälter (Separator), eben so wie es bei anderen Destillirapparaten der Fall ist. Nur ist die Art und Weise der Verbindung eine eigenthümliche. *B B* sind die beiden nebeneinander befindlichen Blasen. *C* ist der Dampfkessel mit den Feuerröhren *i i*. Die Blasen sind, um die Abkühlung nach aussen aufzuheben, in den Dampfkessel versenkt. *D* ist eine dritte ausserhalb des Dampfkessels

Fig. 182.

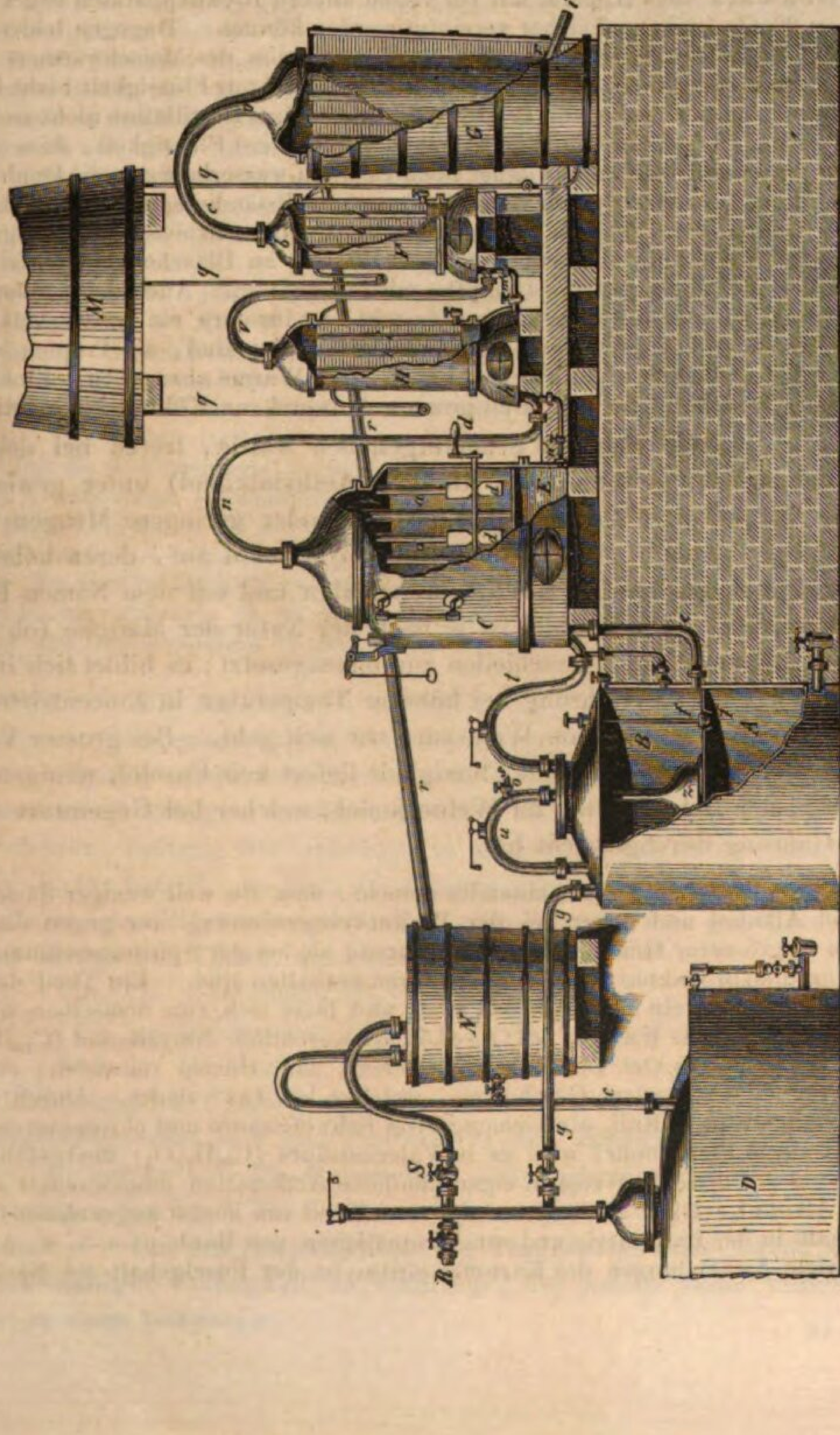


befindliche Blase. *E* ist der Lutterbehälter, *F* und *G* sind zwei Dephlegmatoren; *A* ist das Kühlfass mit dem Kühlrohr *H*. Die Maische wird zuerst durch das Rohr *a a* in die Blase *D* gebracht, welche als Vorwärmer und Rectificator wirkt. Von dieser Blase aus werden die beiden Blasen *B B* gefüllt. Der aus dem Dampfkessel ausströmende Dampf gelangt durch das gebogene Rohr *b* in den Dreiweghahn *c*, von wo aus er entweder in eine der beiden Blasen *B* oder aufwärts durch das Rohr *d* nach dem Fass zum Kartoffeldämpfen geführt wird. Die aus einer der beiden Blasen *B B* aufsteigenden Dämpfe gehen in die andere der Blasen, die als zweite Blase dient, von da in die Blase *D*, sodann in den Lutterbehälter *E* und durch die beiden Dephlegmatoren *F* und *G* in den Kühlapparat. Das Eigenthümliche des Gall'schen Apparates besteht darin, dass durch passende Röhrenverbindung und Hahnstellung eine jede der beiden Blasen beliebig zur ersten oder zur zweiten gemacht werden kann, indem man den Dampf nach Belieben in die rechte und dann in die linke Blase leitet und umgekehrt; ferner eine jede Blase mit dem Apparat ausser Verbindung gesetzt, geleert und neu beschickt werden kann, während die untere ununterbrochen fungirt. Es gehört daher Gall's Apparat zu den continuirlich betriebenen Apparaten.

Apparat von Schwarz. Der von Schwarz construirte Brennapparat ist namentlich im südwestlichen Deutschland der gebräuchlichste. Dieser Apparat besteht (Fig. 183) aus dem Dampfkessel *D*, den beiden Maischblasen *A* und *B*, dem Vorwärmer *C* mit dem Lutterbehälter *E*, den beiden Rectificatoren *H* und *F* und dem Kühlapparat *G*. *M* ist ein Re-

servoir für kaltes, N ein solches für heisses Wasser. Der in dem Dampfkessel D erzeugte Wasserdampf geht durch das Rohr g in die untere Abtheilung A der Doppelblase und streicht durch die darin befindliche vorgewärmte Maische, sammelt sich darauf schon mit Alkoholdämpfen gemischt in dem Helm Z, um durch das Helmrohr u einen entsprechenden Weg durch die obere Abtheilung der Doppelblase zu machen und wird von da nach einer doppelten Rectification durch das Rohr t nach dem Vorwärmer C geführt, dessen oberer Theil als Dephlegmator wirkt und mit Röhren aaa versehen ist, die ausserdem durch Maische kühl gehalten werden; das darin condensirte Phlegma sammelt sich in dem als Rectificator wirkenden Lutterbehälter E. Durch den letztern tritt der aus der oberen Abtheilung der Blase kommende Dampf ein und geht durch die Röhren aa in den Helm und das Helmrohr n, welcher letztere mit dem Kelch H umgeben ist, der durch Wasser ununterbrochen abgekühlt wird. Hier setzt sich die Dephlegmation fort. Aus H begiebt sich der Dampf durch v nach F, einem Apparat, welcher dem Vorwärmer C entsprechend eingerichtet, nur von geringeren Dimensionen ist, weil hier die Menge des Dampfes sich bereits in dem Grade vermindert hat, als sein Alkoholgehalt gesteigert ist; die Dephlegmationsröhren darin sind nicht mit Maische, sondern mit Wasser umgeben, welches unausgesetzt sich erneuert. Der in dem

Fig. 183



Helm *b* und das Helmrohr *c* anlangende Dampf ist bereits so stark, dass er sofort nach dem Kühlapparat *G* geleitet wird; das Destillat fliesst bei *i* ab. Die zu destillirende weingare Maische wird zuerst in den Vorwärmer *C* gebracht, in welchem sie mit Hülfe der Rührvorrichtung *d d* auf gleichmässiger Consistenz und Temperatur erhalten wird. Nachdem sie darin vorgewärmt ist, gelangt sie durch das Rohr *e* in die obere Abtheilung und von da mittelst des Ventils *f* in die untere Abtheilung der Doppelblase, in welcher sich auch das Phlegma aus den übrigen Theilen des Apparates sammelt; es fliesst nämlich rückwärts aus der Abtheilung *h* und *l* der beiden Rectificatoren *H* und *F* durch die beiden Röhren *m'* und *n'* des Phlegma in den Lutterbehälter *E* und geht von da in die obere Abtheilung der Doppelblase, wo es sich mit der Maische mischt. Sobald die Maische allen Alkohol abgegeben, was man durch Prüfung der Dämpfe auf ihre Entzündlichkeit mit Hülfe des Probehahnes *o* erkennt, entfernt man die Schlempe aus der Blase durch den Hahn *p*. Durch die Röhren *q q q* werden die Rectificatoren und der Kühlapparat mit kaltem Wasser versehen. Das in dem Kühlapparat erwärmte Wasser gelangt durch das Rohr *r* in den Dampfkessel. Durch *R* werden die Dämpfe in das Kartoffelfass geleitet, durch *S* in das Reservoir *N*, wenn das Wasser darin bis zum Sieden erhitzt werden soll.

Der Schwarz'sche Apparat hat vor vielen andern Brennapparaten den Vorzug, dass die einzelnen Theile leicht und sicher gereinigt werden können. Dagegen leidet er auch an mehreren Uebelständen, so ist namentlich die Construction des Maischwärmers nicht ganz zweckmässig, es kommt die in dem Lutterbehälter *E* verdichtete Flüssigkeit nicht hinreichend mit den Dämpfen in Berührung und es wird die beabsichtigte Destillation nicht so ausgeführt, wie es sein sollte. Die Dämpfe gehen so rasch durch diese Flüssigkeit, dass sie nur unvollkommen entwässert werden und daher noch ziemlich wasserhaltig in die Dephlegmationsapparate gelangen, wo ihre Rectification auch nur unvollständig sein wird, weil die runden und geraden Röhren den Dämpfen wenig Berührungspunkte darbieten und ein grosser Theil der Dämpfe der Abkühlung sich entzieht, ja selbst die zu Bläschen verdichteten Dämpfe werden von den nicht condensirten Dämpfen mit fortgerissen. Auch der Kühlapparat, der aus einer Anzahl gerader verticaler Röhren besteht, ist insofern ein unzweckmässiger, als die oben eintretenden Dämpfe, sowie sie condensirt worden sind, als Tropfen sofort nach unten fallen und abfliessen und nicht Zeit haben, ihre Wärme abzugeben. Eine genügende Abkühlung des Destillates ist nur durch grossen Aufwand von Kühlwasser möglich.

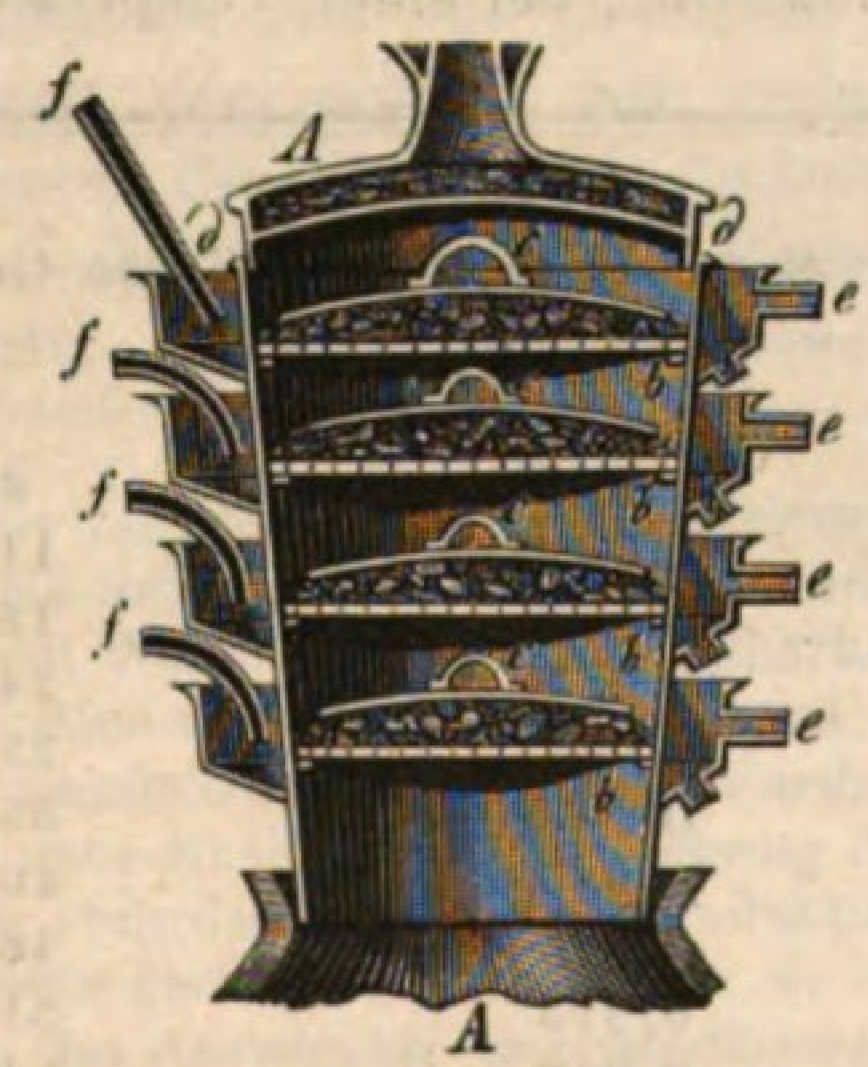
Die Entfuselung. Wie Seite 434 hervorgehoben wurde, treten bei der geistigen Gährung neben dem gewöhnlichen Alkohol (Aethylalkohol) unter gewissen, noch nicht völlig festgestellten Bedingungen grössere oder geringere Mengen homologer Alkohole: Propylalkohol, Butylalkohol und Amylalkohol auf, deren höhere Glieder dem Alkohol unangenehme Eigenschaften ertheilen und mit dem Namen Fuselöle bezeichnet werden. Das Fuselöl ist je nach der Natur der Maische (ob Kartoffel-, ob Korn-, ob Rübenmaische) verschieden zusammengesetzt; es bildet sich in grösserer Menge nur dort, wo die Gährung bei höherer Temperatur in concentrirter Glycoselösung und bei Abwesenheit von Weinsäure vor sich geht. Bei grosser Verdünnung und niedriger Temperatur gährende Flüssigkeit liefert kein Fuselöl, wenigstens keinen Amylalkohol, der sich auch nie im Weine findet, welcher bei Gegenwart von Weinsäure die Gährung durchgemacht hat.

Alle Fuselöle haben das mit einander gemein, dass sie weit weniger flüchtig sind als Wasser und Alkohol und daher bei der Branntweingewinnung nur gegen das Ende der Destillation in grösserer Menge auftreten, während sie bei der Spiritusgewinnung meist in den Condensationsprodukten der Dephlegmatoren enthalten sind. Ein Theil des Fuselöles geht mit dem Branntwein oder Alkohol über und lässt sich von demselben nur äusserst schwierig trennen. Das Kartoffelfuselöl ist wesentlich Amyalkohol ($C_{10}H_{12}O_2$), ein farbloses, dünnflüssiges Oel von durchdringendem, zum Husten reizenden, erstickendem Fuselgeruch und brennendem Geschmack, welches bei 132° siedet. Durch oxydirende Agentien (mangansaures Kali, ein Gemenge von Schwefelsäure und chromsaurem Kali oder Braunstein, sowie Platinmohr) wird es in Valeriansäure ($C_{10}H_{10}O_4$) übergeführt. Durch Säuren wird es auf dieselbe Weise in eigenthümliche Aetherarten umgewandelt wie der gewöhnliche Alkohol. Diese Aetherarten sind zum Theil von höchst angenehmen Geruch und finden deshalb in der Parfümerie und zum Aromatisiren von Bonbons u. s. w. Anwendung.

Für viele Anwendungen des Kartoffelspiritus ist der Fuselgehalt ein Nachtheil, der

durch die **Entfuselung** zu beseitigen ist. Die Vorschläge, die in dieser Hinsicht gemacht worden sind, kommen theils auf eine Zerstörung des Fuselöls durch Oxydation oder Chlorung, oder auf eine Maskirung durch Ueberführung in minder unangenehm riechende Verbindungen, theils auf eine wirkliche Entfernung des Fuselöls hinaus. Chlorkalk, übermangansaures Kali und dergl. bilden, wenn man über dieselben fuselhaltigen Spiritus rectificirt, valeriansauren Fuseläther, doch erstreckt sich die oxydirende Einwirkung ebensowohl auf den Amylalkohol, so dass das anzuwendende Quantum dieser Agentien nur äusserst schwierig zu ermitteln ist. Rectificirt man den zu entfuselnden Spiritus mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Essig, so bildet sich neben etwas Essigäther essigsaures Amyloxyd, das angenehm obstartig riecht. Aehnlich wirken Salzsäure und Salpetersäure, die ebenfalls schon zur Entfuselung angewendet wurden. Das bewährteste Entfuselungsmittel besteht in der Anwendung von gut ausgeglühter **Kohle** (vegetabilische Kohle, Torfkohle, Knochenkohle), welche, wenn man den fuselhaltigen Alkohol damit zusammenbringt, das Fuselöl mechanisch aufnimmt. Mit Hülfe von Kohlen reinigt man den Spiritus und Branntwein theils in Dampfgestalt, theils durch Digestion in der Kälte und Filtration, unzweckmässig durch Rectificiren über dieselben, da bei der Siedetemperatur das von den Kohlen aufgenommene Fuselöl leicht wieder gelöst werden kann. Die zur Entfuselung zu verwendenden Kohlen werden gekörnt und die Kohlenkörner durch Sieben vom Staub befreit. Mit der gekörnten Kohle füllt man einen kupfernen Cylinder, der unten und oben einen eingelegten durchlöcherten Boden hat, an und schaltet den Cylinder zwischen dem Beckenapparat und dem Rectificator in den Destillirapparat ein in der Weise, dass die Dämpfe von unten nach oben durch die Kohle streichen. Auf 100 Liter zu entfuselnden Branntweins rechnet man 3—5 Kilogr. gekörnte Kohle, durch welche zwei Mal dieselbe Menge Spiritus gehen kann, ehe ihre absorbirende Kraft erschöpft ist, die durch Ausglühen wieder hergestellt wird. Bei dem **Falkmann**'schen Apparate (Fig. 184) ist das Wesentliche ein helmartiges Gefäss *A*, in welchem sich die durchbrochenen Böden *bbb* eingesetzt befinden; auf einem jeden Boden liegt eine Kohlenschicht, die mit einem Deckel *c* bedeckt ist. Das Ganze ist aber mit einem Hut geschlossen, der die Kohlenschicht *dd* enthält Der um das Gefäss *A* auswendig herumlaufende Kühlapparat, der in der Zeichnung durch die Zuflussröhren *ffff* und die Abflussröhren *eeee* angedeutet ist, dient dazu, die Temperatur der Kohlenschichten zu reguliren. Dieser Apparat ist höchst wirksam, da in der That in ihnen Entfuselung und Dephlegmation zu gleicher Zeit stattfindet.

Fig. 184.



Ausbeute an Alkohol. Die **Ausbeute an Alkohol** aus einem gegebenen Material ist nicht nur von dem quantitativen Verhältnisse der alkoholbildenden Bestandtheile (Stärkemehl, Glycose oder Rohrzucker) der Rohsubstanz, sondern auch von der mehr oder minder zweckmässigen Ausführung aller Operationen der Spiritusbereitung (Maischverfahren, Leitung der Gährung) in geigneten Apparaten abhängig. Was den erstern Punkt betrifft, so lehrt die Chemie, dass, wenn wir von solchen Produkten, die wie das Glycerin und die Bernsteinsäure bei der geistigen Gährung in nur kleiner Menge sich bilden, absehen,

100 Th.	Stärkemehl	56,78 Th.	Alkohol	}	geben.
100 „	Rohrzucker	53,80 „	„		
100 „	Glycose	51,1 „	„		

Die Erfahrung lehrt jedoch, dass die Alkoholausbeute geringer ist, als sie nach der Voraussetzung, dass je 1 Aeq. Stärkemehl oder Zucker 2 Aeq. Alkohol liefere, sein sollte, so liefern 100 Th. Rohrzucker nicht, wie oben angegeben, 53,8 Th. Alkohol, sondern nur 51,1 Th.

Alkoholometrie. Um den Alkoholgehalt des Branntweins oder irgend einer destillirten alkoholhaltigen Flüssigkeit zu ermitteln, die jedoch keine wesentlichen Be-

standtheile, als Alkohol und Wasser enthalten, bedient man sich der Aräometer, Aräometer. Alkoholometer, Spiritus-, Branntwein- oder Senkwagen. Das Vaporimeter von Geissler (vergl. Seite 435) findet in der Alkoholometrie seltener Anwendung. Die Anwendung der Aräometer beruht auf dem Principe, dass ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper ein dem seinigen gleiches Volumen Wasser verdrängt und von seinem Gewichte eben so viel verliert, als die verdrängte Wassermasse wiegt. Je nachdem nun die das Aräometer bildende Spindel mehr oder weniger tief in die Flüssigkeit einsinkt, erfährt man das spec. Gewicht derselben. — Die Aräometer von Tralles und Richter sind die gebräuchlichsten. Mit Letzterem stimmt das von Stoppani überein. Beide sind Procentaräometer, d. h. sie geben durch die Zahl, bis zu welcher sie einsinken, an, wie viel der untersuchte Alkohol in 100 Th. reinen Alkohol enthält. Die Differenz beider rührt aber davon her, dass das Aräometer von Tralles Volumenprocente, das von Richter Gewichtsprocente angiebt. Da die Eintheilung des Richter'schen Aräometers auf nicht ganz richtigen Voraussetzungen beruht, so ist das von Tralles vorzuziehen. Folgende Tabelle giebt eine Vergleichung der beiden Scalen unter einander und mit den wahren Gewichtsprocenten, mit dem entsprechenden spec. Gewichte, bei einer Temperatur von 15⁰.

Spec. Gewicht.	Wahre Gewichtsproc.	Angebliche Gewichtsprocente nach Richter.	Volumenprocente nach Tralles.
0,990	4,99	5	6,23
0,981	11,11	10	13,73
0,972	18,12	15	22,20
0,964	24,83	20	30,16
0,956	29,82	25	36,50
0,947	35,29	30	42,12
0,937	40,66	35	48,00
0,926	46,00	40	53,66
0,915	51,02	45	58,82
0,906	54,85	50	62,65
0,899	60,34	55	67,96
0,883	64,79	60	72,12
0,872	69,79	65	76,66
0,862	74,66	70	80,36
0,850	78,81	75	84,43
0,838	83,72	80	88,34
0,827	88,36	85	91,85
0,815	92,54	90	95,05
0,805	96,77	95	97,55
0,795	99,60	100	99,75

Die bei uns allgemein gebräuchlichen Alkoholometer sind genaue Volumenprocentalkoholometer und geben an, wie viel Volumen (Maasse) Alkohol in 100 Volumen der alkoholischen Flüssigkeit enthalten sind. Branntwein von 50⁰ Tralles ist also Branntwein, welcher in 100 Liter 50 Liter Alkohol enthält, oder aus welchem von 100 Liter 50 Liter Alkohol erhalten werden können. Zieht man in Betracht, dass beim Mischen von Alkohol und Wasser beträchtliche Verdichtung und Volumenverminderung stattfindet, dass 50 Liter Alkohol und 50 Liter Wasser nur 96,377 Liter Mischung geben, so ergiebt sich, dass 100 Liter einer solchen Mischung nicht 50, sondern 51,88 Liter Alkohol enthalten.

In der Praxis rechnet man auf

100 Kilogr.	Gerste	44,64 Liter Branntwein
100 „	Gerstenmalz	54,96 „ „

100 Kilogr.	Weizen	49,22 Liter	Branntwein
100 „	Roggen	45,80 „	„
100 „	Kartoffeln	18,32 „	„

6 Liter (Quart oder Maass) Branntwein vom metrischen Centner (Hektoliter, Scheffel u. s. w.) rechnet man 6 × 50 = 300 pCt. Alkohol, 7 Liter folglich 350, 8 Liter 400. 8 Liter à 48 pCt. Tr. = 384 pCt. Alkohol. Die Literzahl des Branntweins oder Spiritus ist mit dem Alkoholgehalte in Procenten nach Tralles zu multipliciren, demnach geben:

1 metrischer Centner	Gerste	44,64 × 50 = 2232 pCt.	Alkohol
1 „ „	Gerstenmalz	54,96 × 50 = 2748 „	„
1 „ „	Weizen	49,22 × 50 = 2461 „	„
1 „ „	Roggen	45,80 × 50 = 2290 „	„
1 „ „	Kartoffeln	18,32 × 50 = 916 „	„

(Behufs der Umrechnung auf die in Preussen üblichen Quartprocente sei bemerkt, dass ein bayer. Maass = 1,069 Liter, 1 preuss. Quart = 1,145 Liter.)

Die Beziehungen der Brennerei zur Landwirthschaft.

Die Brennereirückstände. Die Beziehung, in welcher die Branntweinbrennerei zur Landwirthschaft und speciell zur Viehzucht steht, ist eine intensive und äusserst wichtige. Die Branntweinbrennerei hinterlässt Rückstände, welche sich noch als Viehfutter eignen; sie extrahirt aus den stärkemehlhaltigen Substanzen, welche sie verarbeitet, in der That nur den Alkohol, der durch die Gährung in der Maische sich gebildet hat und lässt alle durch die Gährung nicht veränderten ursprünglichen Nährstoffe der Kartoffeln und des Getreides in concentrirter Form zurück. Es liegt nun auf der Hand, dass wenn in dem gewonnenen Produkt (Spiritus oder Branntwein), die zu dessen Produktion aufgelaufenen Kosten zurückerstattet werden, die Brennereirückstände kostenfrei erhaltene Futterstoffe sind, deren Produktion in den Vordergrund tritt, während der Branntwein die Stelle einer Nebenproduktion einnimmt.

Die Branntweinbrennerei aus Kartoffeln beruht, als landwirthschaftliches Gewerbe betrachtet, wesentlich auf einer chemischen Zerlegung der Kartoffelsubstanz in Futtermaterial und in ein Produkt von verhältnissmässig sehr concentrirtem Werth und grosser Haltbarkeit und Transportfähigkeit — in Schlempe und Spiritus. Eine richtige Beurtheilung, ob in einem gegebenen Falle die Brennerei in Verbindung mit der Landwirthschaft noch mit Vortheil betrieben werden kann oder nicht, ist nur möglich, wenn man die Grösse der Beziehung der Brennerei zur Viehwirthschaft und ebensowohl in Folge der vergrösserten Düngerproduktion als auch der Möglichkeit von Urbarmachung sandigen Bodens zum Kartoffelbau u. s. w. ins Auge fasst, und eine genaue und umfassende Berechnung des Aufwandes und des Ertrages anstellt und die Bilanz zwischen Ausgabe und Einnahme zieht. Den Aufwand bilden die Kosten für das Rohmaterial, die Arbeitslöhne, die Beaufsichtigung, das Brennmaterial, die Abnutzung der Geräthschaften, die Zinsen für das Anlage- und Betriebscapital und die Branntwein- (Malz-) und übrigen Steuern. Der Ertrag ist aus dem Spiritus (oder Branntwein) und der Schlempe zusammengesetzt. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass der Preis der Rohmaterialien zu den Hauptfactoren gehört, welche den Ertrag der Brennerei bestimmen. Eine Vergleichung dieser Preise mit den Werthen des erzeugten Produktes — mit Hinweglassung der Produktionssteuer, die nur als Durchgangsposten zu betrachten ist — lehrt daher gleich von vornherein erkennen, ob in dem gegebenen Falle von einem Ertrage noch die Rede sein kann. Der zweite Theil des Ertrages besteht aus den Brennereirückständen, aus der Schlempe, welche ebenfalls zu Geld angeschlagen werden muss, eine Sache, die mit Schwierigkeiten verknüpft ist, weil die Ansichten der Landwirthe, sowie der Agriculturchemiker hinsichtlich des Futterwerthes dieser Rückstände noch ziemlich weit auseinander gehen und auseinander gehen müssen, wenn man berücksichtigt, dass die Schlempe nie eine constante Zusammensetzung haben kann, dass ihre Beschaffenheit sich nach den Rohmaterialien richtet, aus denen sie gewonnen wurde, ferner von dem verschiedenen Brennverfahren, der ungleichen Vollkommenheit des Maisch- und Gährverfahrens u. s. w. abhängt.

Schlempe.

Die Schlempe ist eine Flüssigkeit, in welcher sich unzersetztes Stärkemehl, Dextrin, Pektinkörper, Proteïnsubstanzen, Fett, kleine Mengen von Zucker, Hülsen, Bernsteinsäure, Glycerin, Salze und Hefebestandtheile theils gelöst, theils suspendirt befinden. Ihr Gehalt an Trockensubstanz beträgt nur 4—10 pCt. Diese Verschiedenheit ist

eine Folge der verschiedenen Zusammensetzung des Rohmaterials, der verschiedenen Wassermenge, die man beim Maischen zusetzt und der ungleichen Wasseraufnahme der vergohrnen Maische während der Destillation.

Ritthausen analysirte Schlempesorten mit folgenden Resultaten und das Verhältniss der Trockensubstanz zum Maischwasser war bei (I) 1 : 7,3, bei (II) 1 : 6, bei (III) 1 : 4,08, bei (IV) 1 : 4, bei (V) 1 : 3:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Stickstofffreie Substanzen	2,78	3,23	3,08	4,14	5,31
Proteïnsubstanzen	0,82	1,04	1,26	1,39	1,78
Cellulose	0,46	0,43	0,94	0,78	1,00
Asche	0,52	0,59	0,72	0,79	1,01
Wasser	95,40	94,71	94,00	92,9	90,9

Wenn in einer Brennerei Kartoffeln und Malz stets in gleicher Menge und von gleicher Beschaffenheit angewendet werden, die Maische gleiche Concentration besitzt und übrigens das Verfahren stets dasselbe ist, muss die Schlempe immer ziemlich genau dieselbe Zusammensetzung haben. Es lässt sich annehmen, dass durchschnittlich $^3/_4$ der festen Bestandtheile der Schlempe Nährstoffe sind, dass das Verhältniss der stickstoffhaltigen Substanzen zu den stickstofffreien im Mittel = 1 : 3 ist, während es in den Kartoffeln wie 1 : 8 ist. Indem dieselben in Schlempe verwandelt werden, verlieren sie den grössten Theil ihres stickstofflosen Bestandes und werden dadurch zu einem proteïnreichen Futtermittel. In der Praxis schätzt man 150—250 Kilogr. Kartoffelschlempe = 50 Kilogr. Heu.

Presshefe. Die Press- oder Pfundhefe. Obgleich bei der Gährung der gehopften Bierwürze Hefe (Unter- und Oberhefe) in beträchtlicher Menge sich erzeugt und in den meisten Fällen angewendet werden kann, wo es sich um geistige Gährung handelt, so ist sie doch zu gewissen Zwecken, z. B. zu der Bäckerei, ihres unangenehmen bitteren Hopfengeschmackes wegen im ungereinigten Zustande nicht anzuwenden. Sucht man die Entfernung der bittern Bestandtheile durch Auswaschen oder wie Trommer neuerdings empfohlen hat, durch Auflösen der Hefe in Alkalilauge und Fällen aus dieser Lösung durch verdünnte Schwefelsäure, so geschieht dies immer auf Kosten ihrer Wirksamkeit. Ausserdem ist die Hefenproduktion bei der Bierbrauerei durchaus Nebensache und alle Rücksichten auf Quantität und Güte der Hefe müssen gegen die nämlichen Rücksichten gegen das Bier in den Hintergrund treten. Es war daher in der Natur der Sache begründet, dass man die Hefenfabrikation als besondern und eigenthümlichen Gewerbszweig entstehen liess und damit zugleich für das so wichtige Produkt eine Quelle schuf, welche es reichlicher und besser, und namentlich auch ökonomisch vortheilhafter producirte. Obgleich auch die Hefenfabrikation ihr Produkt nicht anders als durch den Process der geistigen Gährung erzeugen kann, so sucht man doch die Hefe zum Hauptprodukt zu machen und die Gährung in dieser Richtung einzuleiten und auszuführen. Am passendsten ist die Fabrikation der Presshefe stets mit der Fabrikation von Branntwein verbunden.

Eine Zurückführung der Darstellung der Presshefe auf ihre naturgesetzliche Grundlage ist neuerdings durch genauere Erforschung der Natur der Hefe und ihrer Fortpflanzungsverhältnisse (vergl. S. 428) ermöglicht worden. Wie aus dem früher Gesagten hervorgeht, ist die Hefenerzeugung der Cultur von Pflanzen an die Seite zu stellen, man pflanzt kräftige Hefenzellen in einen Boden, der die Bedingungen der Hefenpflanzenentwicklung darbietet und die nöthigen Nährstoffe in genügender Menge enthält. Nach einer durch die Praxis bestätigten Ansicht bieten Lösungen von Proteïnsubstanzen namentlich von Kleber und ähnlichen Eiweisssubstanzen der Cerealien ein höchst geeignetes Nahrungsmittel der Hefenzellen dar. Man maischt Gerstenmalzschrot (1 Theil) mit Roggenschrot (3 Theile) auf die gewöhnliche Weise ein und kühlt die Maische mit dünner Schlempe. Auf 100 Kilogramm Schrot setzt man 0,5 Kilogramm kohlensaures Natron hinzu und hierauf 0,35 Kilogramm Schwefelsäure mit Wasser verdünnt und setzt die Maische mit Hefe in Gährung. Aus der stark gährenden Flüssigkeit nimmt man mit Hülfe eines Schaumlöffels die Hefe ab, schlägt sie durch ein leinenes Tuch oder durch ein Sieb und lässt das Durchgegangene im kalten Wasser absitzen. Der Absatz wird gepresst, bis er einen steifen knetbaren Teig bildet, den man zur besseren Entwässerung gewöhnlich mit 4—10 (zuweilen sogar

bis zu 24) pCt. Kartoffelstärkemehl versetzt. Zuweilen entfernt man das Wasser aus der Presshefe dadurch, dass man dieselbe auf eine absorbirende Unterlage — poröse Ziegelsteine oder Gypsplatten — bringt.

Die Rolle des kohlensauren Natrons scheint zu sein, die Kleberbestandtheile aus den Cerealien zu extrahiren und sie in auflösliche Form zu versetzen, die der Schwefelsäure, ebenfalls die Löslichkeit des Klebers zu befördern, die Milchsäurebildung zu verhüten, die nur auf Kosten des Stärkemehls vor sich gehen könnte und einen Ausfall an Spiritus zur Folge haben würde, und endlich zur Beschleunigung der Abscheidung der Hefekügelchen beizutragen. Für die Praxis der Hefenfabrikation sind ohne Zweifel die Beobachtungen von Pasteur u. A. von grosser Wichtigkeit, dass Hefensporen in einer *proteïnfreien* Flüssigkeit, nämlich in einer mit weinsaurem Ammoniak und phosphorsaurem Kali und phosphorsaurer Magnesia versetzten Zuckerlösung sich zu Hefenzellen entwickeln. Die Lebensthätigkeit der Hefe nimmt demnach, wie es scheint, das Material zum Aufbau neuer Zellen, wie höher organisirte Pflanzen aus der unorganischen Natur, den nöthigen Stickstoff aus dem Ammoniak, den Kohlenstoff aus der bei der Zersetzung des Zuckers sich bildenden Kohlensäure.

Was die *Ausbeute an Presshefe* betrifft, so kann man auf 100 Kilogr. Roggen, einschliesslich des erforderlichen Malzschrotes von 15—16 Kilogr. fertige Hefe rechnen. Da das wirkliche Quantum der eigentlichen Hefe oder der stickstoffhaltigen Substanz in der Presshefe höchstens 20 pCt. beträgt, so wird bei der Hefefabrikation der Nahrungswerth der Schlempe, was deren stickstoffhaltige Substanz betrifft, nur wenig geschmälert.

Kunsthefe. Es sei hier noch die Kunsthefe erwähnt, welche wesentlich nur den Gährungsprocess der gährenden Maische oder Würze von heute auf die zu stellende Maische oder Würze vom folgenden Tage übertragen soll und für die Spiritusfabrikation dasselbe ist, was der Sauerteig für die Brotbäckerei. Es giebt unzählige Vorschriften zur Bereitung von Kunsthefe und künstlichen Gährungserregern überhaupt; so weit man dieselben kennt, lassen sie sich auf folgende Kategorien zurückführen: 1) es wird einfach die Maische mit einem kleinen Theile in voller Gährung begriffener Maische des andern Tages gestellt (ähnlich der Bereitung von gekräustem Bier S. 458); 2) es wird von der in voller Gährung befindlichen Maische ein kleiner Theil des flüssigen Theiles mit Hülfe eines Hebers gezogen, diese Portion in Gährung versetzt und damit die Maische des nächsten Tages gestellt; 3) sobald in der zuletzt gestellten Maische die Hefenbildung am kräftigsten ist, mischt man einen Theil der an der Oberfläche abgeschiedenen Hefe mit der zu stellenden Maische, deren Temperatur man bis zu der zur Gährung erforderlichen erhöht. Nach Verlauf weniger Stunden kann diese Maische zum Stellen verwendet werden. Handelt es sich um Bereitung von eigentlicher Kunsthefe, so macht man wie bei der Fabrikation von Presshefe einen Ansatz von Malz- und Fruchtschrot mit Wasser, Schlempe oder frischer Kartoffelmaische, die man entweder mit Bierhefe oder mit Mutterhefe, d. h. einem zurückbehaltenen Reste derselben Kunsthefe anstellt. —

Die Brotbäckerei.

Brotbereitung. Der Zweck der Brotbereitung ist, das Mehl durch Abänderung seiner chemischen und physikalischen Beschaffenheit in den Zustand zu versetzen, in welchem es am leichtesten zwischen den Zähnen zerkleinert, mit Speichel getränkt und dadurch am besten verdaut wird. Rührt man Mehl mit Wasser zu einem Teig an, so erhält man nach dem Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur eine Art Kuchen, der die Stärkemehlkörner unverändert und unlöslich enthält und nur schwer verdaut wird, abgesehen davon, dass er durch seinen faden Geschmack den Appetit nicht reizt. Wird zum Trocknen die Temperatur des Siedepunktes des Wassers benutzt, so gleicht der Kuchen getrocknetem Kleister, welcher der Verdauung grosse Hindernisse entgegensetzt. Wirkt diese Temperatur nur auf die Oberfläche, aber nicht in das Innere des Teiges, so wird letzterer eine Beschaffenheit haben, welche in der Mitte steht zwischen mehliger und glasiger; von dieser Art ist der Schiffszwieback, der immer als ein stark ausgetrockneter Teig betrachtet werden kann und vor dem gebackenen Brot den Vorzug grosser Haltbarkeit, den Nachtheil

dagegen eines faden Geschmackes und der Schwerverdaulichkeit hat. Durch das Backen soll nun zweierlei erreicht werden, einmal soll die eigentliche Brotmasse soweit erhitzt werden, dass das Stärkemehl in den aufgeschlossenen Zustand, in Kleister übergehe, der Teig sich aber nicht in eine feste spröde oder wässerige Masse verwandele, sondern sich aufblähe und nach dem beendigten Backprocesse von der bekannten lockeren und schwammigen Beschaffenheit erscheine; das andere Mal will man durch das Backen die Oberfläche des Brotes rösten und dieselbe dadurch in die Rinde oder Kruste überführen, wodurch nicht nur dem Brot der charakteristische Wohlgeschmack, sondern auch die Eigenschaft ertheilt wird, sich längere Zeit so ziemlich unverändert aufbewahren zu lassen. Das Mittel zur Auflockerung des Teiges ist die geistige Gährung, die man durch Zusatz von Gährungsmitteln (Fermenten), entweder Sauerteig oder Hefe, einleitet; ein kleiner Theil der Stärke des Mehles geht in Krümelzucker über, der in Alkohol und Kohlensäuregas zerfällt, letzteres sucht zu entweichen, wird aber daran durch die Zähigkeit des Mehlteiges verhindert. Der nebenbei erzeugte Alkohol kommt nicht in Betracht. Aus Weizenmehl und Hefe erhält man das Weissbrot, aus Roggenmehl oder einem Gemisch davon mit Weizenmehl und Sauerteig das Schwarzbrot.

Die Details der Brotbäckerei. Die Rohmaterialien der Brotbäckerei sind Mehl, Wasser und Gährungsmittel, ausserdem Salz, Gewürze und dergl. Die Hauptphasen der Bäckerei sind

Das Anmachen des Teiges und das Kneten. 1) Das Anmachen des Mehles mit Wasser zu einem Teige ist die erste Manipulation beim Backen. Es hat zum Zweck, das Dextrin, den Krümelzucker (deren Menge während des Anmachens durch die Einwirkung des Klebers auf das Stärkemehl vermehrt wird), einige eiweissartige Körper aufzulösen und im aufgelösten Zustande die unlöslichen Bestandtheile des Mehles, namentlich den Kleber, aber auch das Stärkemehl zu durchdringen, aufzuweichen und aufzulockern. Mit dem Wasser setzt man zugleich das Gährungsmittel, den Sauerteig oder die Hefe (Presshefe) zu, je nachdem Schwarzbrot oder Weissbrot dargestellt werden soll.

Unter dem Sauerteig (in Süddeutschland Frischel) versteht man diejenige Menge des in Gährung begriffenen Teiges, der bis zum nächsten Backen aufgehoben wird; er besteht aus einem Gemenge von Mehl und Wasser, in welchem ein Theil des Stärkemehles unter dem Einflusse der in Fermente (Hefe und Milchsäureferment) umgewandelten Proteinkörper des Mehles zum Theil in Krümelzucker und als solcher in die geistige Gährung und Essiggährung, zum grössten Theile aber in die Milchsäuregährung übergegangen ist. Der Sauerteig wirkt in dem Teige gährungsfortpflanzend und auf dieselbe Weise, wie gährende Würze unter süsser Würze, d. h. wie Hefe. Der vom vorigen Backen zurückgehaltene Teig heisst Grundsauerteig (oder auch blos Grundsauer). Nach längerem Liegen ist der Sauerteig nicht mehr geeignet, gährungserregend zu wirken und geht nach und nach in Fäulniss über. Ueber das Verhältniss, in welchem man den Sauerteig zum Mehlteige setzt, lässt sich nichts Bestimmtes angeben, da dasselbe von der Art des herzustellenden Brotes, dem Säuregrad und der Beschaffenheit des Sauerteiges u. s. w. abhängig ist. Man rechnet gewöhnlich auf 100 Th. Mehl 4 Th. Sauerteig, oder auch auf 80 Th. Brot 3 Th. Sauerteig. Handelt es sich um Weissbrot, so rechnet man auf 100 Th. Mehl 2 Th. Presshefe. Das Anmachen des Mehles geschieht mit lauwarmem Wasser von 21—37°.

Kneten. Der so erhaltene dünne Teig, aus Mehl, Wasser und Ferment bestehend, bleibt, mit Mehl bestreut, an einem mässig warmen Orte einige Zeit, meist über Nacht, stehen. Hierbei tritt die Brotgährung ein, indem das Ferment auf den Krümelzucker des Teiges einwirkt; in Folge der Kohlensäureentwickelung hebt sich der Teig (er geht auf). Dem aufgegangenen Teige verleibt man durch Kneten Mehl ein, weil er für sich zu wenig Consistenz hat, um verbacken werden zu können. Verfährt man nach der gewöhnlichen Art, nach welcher man

zuerst nur ein Drittheil des Mehles mit dem Wasser anmacht, so knetet man dann die übrigen zwei Drittheile und das zur Bildung eines normalen Teiges erforderliche Wasser ein. Nach dem Kneten bestreut man den Teig mit Mehl und lässt ihn an einem warmen Orte nochmals aufgehen (zukommen), wozu kaum halb so viel Zeit, als zu dem ersten Gähren nöthig ist. In den meisten Bäckereien lässt man gegenwärtig das zweite Gähren weg und schreitet sofort nach dem Kneten zum Auswirken, d. h. man bringt den Teig in die gebräuchliche Form von Brot.

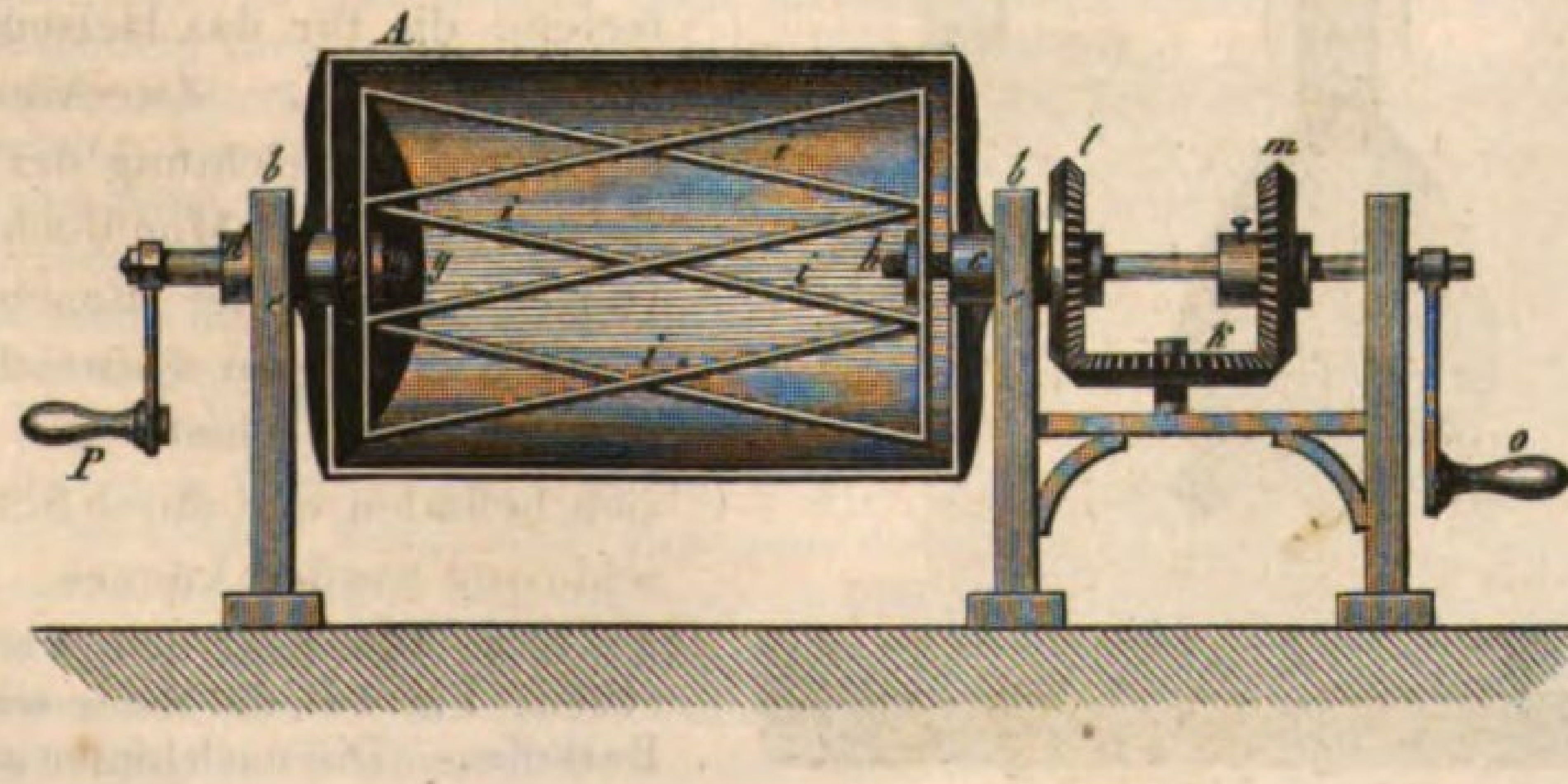
Durch das Auswirken wird der Teig zusammengedrückt und muss daher von Neuem an einem warmen Orte kurze Zeit der Gährung überlassen werden, um sich wieder zu heben (das Zurichten). In der Regel geschieht dies auf Körben (Backschüsseln) oder auf Leinwand (Brottüchern), die man mit Kleie bestreut, um das Anhaften zu verhüten. Das Volumen des Teiges nimmt bis auf das doppelte zu. Während des Gährens bestreicht man beim Roggenbrote die Laibe öfters mit lauem Wasser, damit die Oberfläche keine Risse erhält. Dieses Bestreichen wird auch unmittelbar vor dem Einschieben in den Ofen wiederholt. Das Wasser erweicht die Rinde und löst etwas Dextrin aus dem Teige auf, welches nach dem Verdunsten des Wassers auf der Oberfläche (Kruste) zurückbleibt und dem Brote Glanz giebt. Haben sich die Brote genügend gehoben und hauchen sie einen eigenthümlich geistigen Geruch aus, so ist es Zeit, die Gährung durch das Backen zu unterbrechen.

Da während des Backens die Brote durch Verdampfung des Wassers beträchtlich an Gewicht verlieren, das Gewicht des Brotes durch die Behörde aber vorgeschrieben ist, so muss man so viel Teig mehr nehmen. Das Gewicht des Teiges, welches zu einem Brote von bestimmtem Gewichte genommen werden muss, ist nach der Grösse des Brotes verschieden, und zwar im Verhältniss um so grösser, je kleiner das Brot ist. Je nach der Grösse des Brotes verliert der Teig beim Backen bis zu 25 pCt. am Gewicht. Der Grund davon liegt darin, dass, je kleiner das Brot ist, es desto mehr Kruste hat im Verhältniss zur Krume, dass ferner die Kruste weniger Feuchtigkeit enthält als die Krume.

Knetmaschinen. Das Kneten des Brotteiges mit den Händen und Armen ist eine überaus anstrengende Arbeit, der man häufig den Vorwurf gemacht hat, dass sie unreinlich und ungesund sei. Ohne uns in Erörterungen einzulassen, in wie weit diese Vorwürfe gerechtfertigt sind, ist doch anerkannt, dass die mit der üblichen Knetmethode verbundene körperliche Anstrengung eine ausserordentliche ist; es wurde deshalb längst der Gedanke erweckt, die Arbeit des Knetens durch Maschinen verrichten zu lassen. Obgleich es unmöglich ist, die Handarbeit durch Maschinen dort verrichten zu lassen, wo der Tastsinn in Betracht kommt und die Knetmaschinen eine allgemeine Anwendung nicht finden konnten, so haben sie sich doch in allen Brotfabriken bewährt, wo es sich um die Herstellung von nur einer Brotsorte handelte.

Von den vielen, im Laufe der Zeit aufgetauchten Knetmaschinen sei nur die folgende von Clayton (Fig. 185) angeführt.

Fig. 185.



Die Teigbestandtheile werden in den cylindrischen Backtrog *A* gebracht; er ruht auf dem Gestelle *b b* mittelst der hohlen Zapfen *c* und *d*, welche sich in den Lagern *e* drehen. Im Innern des Cylinders ist ein Rahmen *f* angebracht, der um die Zapfen *g* und *h* gedreht werden kann. Die beiden Hälften dieser Rahmen sind durch schräge Messer *i i* mit einander verbunden, welche beim Umdrehen des Troges den Teig bearbeiten. Die Bewegung des Troges und des Rahmens erfolgt in entgegengesetzter Richtung. Die Kurbel *o* ist mit der Axe des äussern Troges, die Kurbel *p* mit dem innern Rahmen verbunden. Indem beide Kurbeln in entgegengesetzter Richtung gedreht werden, bewegen sich Trog und Rahmen gegen einander. Das Drehen kann auch durch einen einzigen Menschen mittelst einer Kurbel verrichtet werden, indem die Welle *h* der Kurbel *o*, welche mit dem innern Rahmen durch die hohle Axe verbunden ist und denselben bei der Umdrehung mitnimmt, ein konisches Rad *m* enthält, das in das Rad *k* eingreift, welches wieder ein mit dem hohlen Zapfen des Troges verbundenes Rad *l* umtreibt; es muss daher, wenn das Rad *m* nach rechts sich dreht, das Rad *l* links umlaufen.

Backofen. Die Umwandlung des gegangenen und ausgewirkten Brotteiges in Brot geschieht durch das B a c k e n in dem B a c k o f e n, dessen gewöhnlichste Art aus einem runden oder ovalen, mit Gewölbe überspannten Herde besteht, an dessen vorderer Seite das M u n d l o c h, eine Oeffnung zum Einschieben der Brote und zugleich auch zum Einführen des Brennmaterials, sich befindet. Der Ofen ist aus Backsteinen und Lehm aufgemauert, die Sohle des Herdes mit Ziegelsteinen belegt oder aus Lehm geschlagen. Das Ofengewölbe von elliptischer Gestalt muss möglichst niedrig sein, um die Wärme gut reflectiren zu können. Das Mundloch lässt sich mit einer Thür aus Blech oder Gusseisen verschliessen; da dasselbe zugleich als Rauchöffnung dient, so ist über dem Mundloch ein Rauchkanal angebracht, der den Rauch in den Schornstein führt. Neben dem Mundloche sind gewöhnlich noch zwei kleine Oeffnungen vorhanden, mittelst deren und durch angezündete Holzspäne man den Ofen während des Einschiebens der Brote beleuchtet. Die zum Verbrennen des Brennmaterials erforderliche Luft strömt durch den untern Theil des Mundloches ein, während durch den oberen die Verbrennungsgase und der Rauch austreten, die für das Heizen sehr unangenehm sind. Zweckmässiger ist daher eine Einrichtung der Backöfen, bei welchen das Mundloch nur zum Heizen dient, der Rauch dagegen durch Oeffnungen entweicht, die in dem hinteren Theile des Gewölbes sich befinden und durch Schieber verschlossen werden können.

Fig. 186.

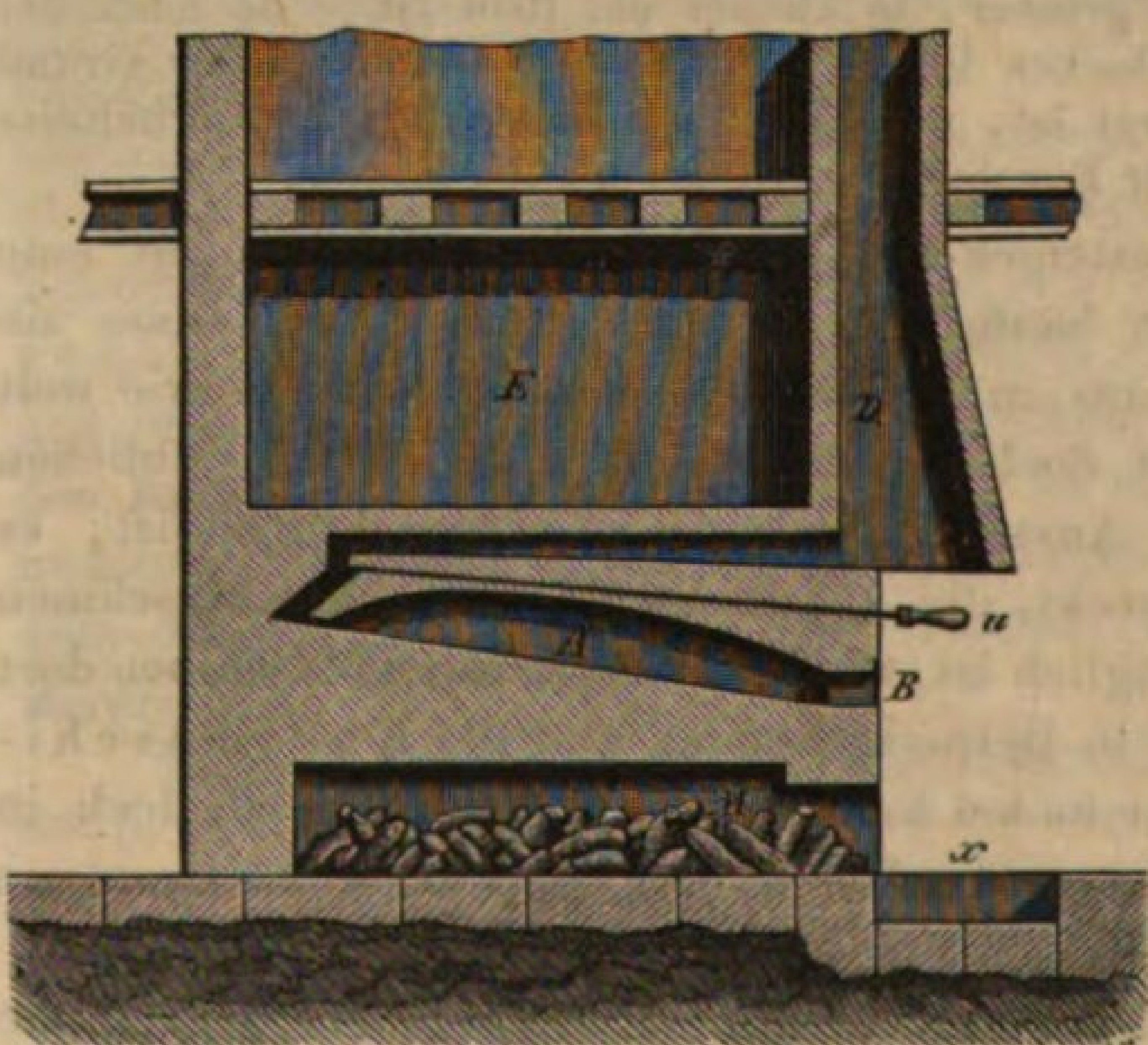


Fig. 187.

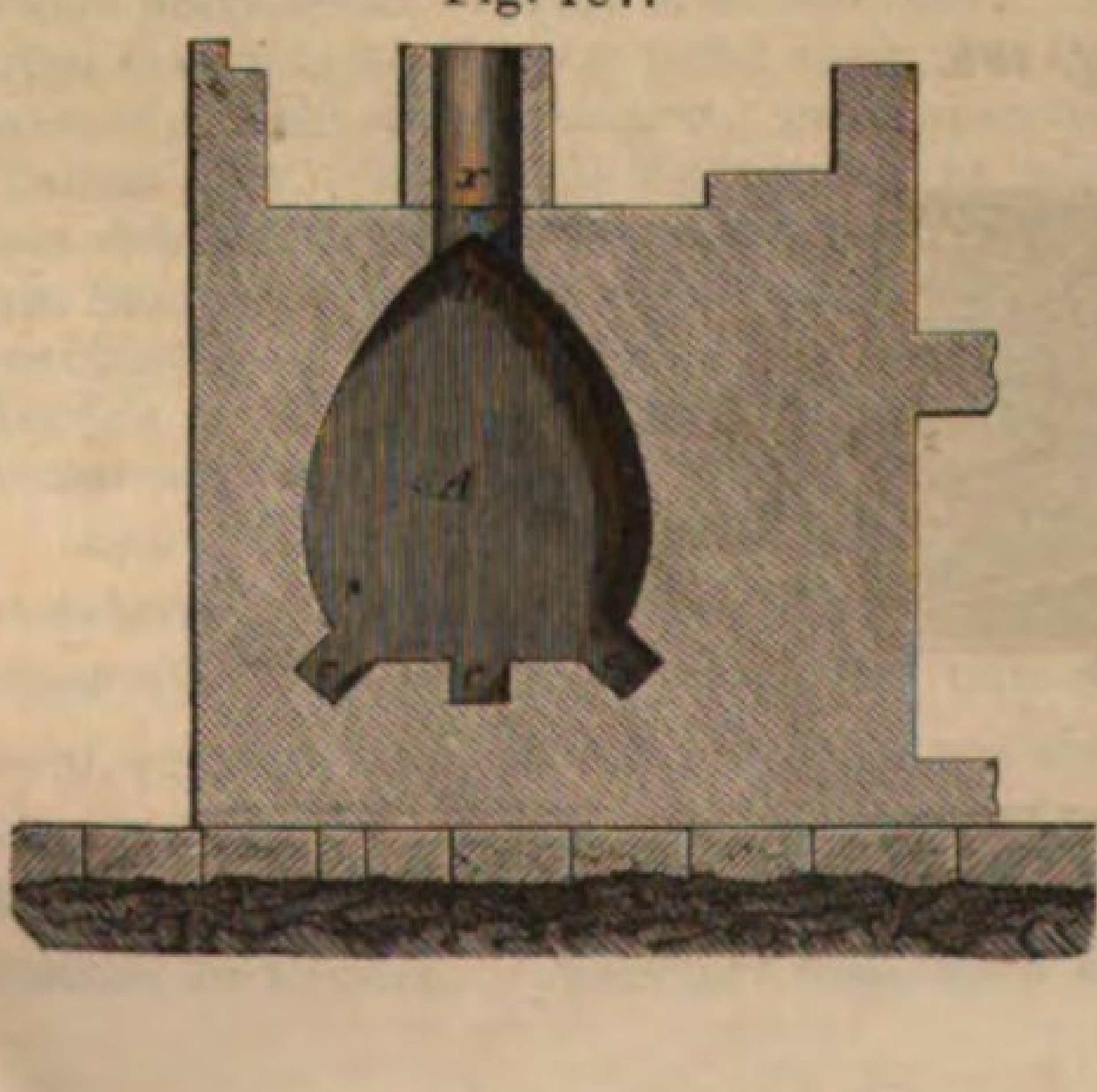


Fig. 186 zeigt den Verticaldurchschnitt, Fig. 187 die Sohle eines solchen Backofens. Die nach hinten aufsteigende

Backsohle A hat eine Breite von 10 und eine Tiefe von 12 Fuss und ist mit einem Gewölbe in einem Abstande von $1\frac{1}{2}$ Fuss überspannt. Das Mundloch hat eine Breite von $2\frac{1}{2}$ Fuss. *eee* sind die Züge, durch welche die Verbrennungsgase in den Schornstein D abgeleitet und durch den Schieber u verschlossen werden können. Diese Vertiefung x giebt dem Bäcker einen bequemen Stand. Unter dem Backofen ist der Raum für die Kohlen aus dem Ofen (Bäckerkohlen). E ist die Backstube, welche durch den darunter liegenden Backofen die zum Gehen des Teiges erforderliche Temperatur erhält. Als Brennmaterial wendet man trockenes, fein gespaltenes, weiches Holz an, welches man auf dem Herde kreuzweise schichtet. Die zum Backen erforderliche Temperatur hat der Backofen dann erreicht, wenn beim Reiben des Herdes oder des Gewölbes mit einem Holzstabe Funken sich zeigen. Die glühenden Kohlen werden durch das Mundloch aus dem Ofen gezogen und zum Verlöschen in den unterhalb des Ofens befindlichen Raum gebracht. Ehe das zu backende Brot eingeschossen wird, reinigt man den Ofen von Asche und mit Hülfe eines nassen Wischers und bringt darauf die Brote mittelst der sogenannten Ofenschüssel, eines langen, mit Stiel versehenen Brettes, in den Ofen. Die zum Backen geeignete Temperatur des Ofens beträgt 200—225° C. Vor dem Einschieben bestreicht man die Oberfläche mit Wasser, in welches man etwas Mehl eingerührt hat, um das Aufspringen der Brotkruste in Folge zu schneller Einwirkung zu hoher Temperatur zu verhindern; die Hitze wirkt nun zuerst auf die Feuchtigkeit, so dass die Oberfläche vor zu hoher Temperatur geschützt ist. Die Wasserdämpfe, womit der Backofen sich nach und nach anfüllt, sind, um eine chemische Veränderung der Oberfläche des Brotes hervorzurufen und dadurch eine glatte Kruste zu erzeugen, ganz unerlässlich. Die zum Ausbacken erforderliche Zeit richtet sich nach der Grösse, der Form und der Art des Brotes. Je mehr das Brot sich der Kugelform nähert, je kleiner mithin die Oberfläche im Vergleich zum Inhalt ist, eine desto längere Backzeit ist nöthig. Schwarzbrot erfordert längere Zeit als weisses. Diese Backöfen haben in die Augen springende Nachtheile, sie können nie gleichmässig erwärmt werden und kühlen auch ungleichmässig ab, und zwar durch die einströmende Luft am schnellsten im vorderen Theile. Gewöhnlich wird nach jedem Gebäck nachgeheizt, ehe wieder eingeschossen wird, wozu weniger Brennstoff gehört als zum Anheizen. Bei dem fabrikmässigen Betrieb der Bäckerei wendet man meist *continuirliche Oefen*, bei welchen Backraum und Feuerraum getrennt sind, an.

Surrogate des Fermentes.

Surrogate des Fermentes für die Brotgährung. Wie aus dem Vorstehenden folgt, beruht das Wesentliche der Brotbereitung darauf, dass das mit Wasser zu einem Teige verbundene Mehl durch eine bleibende Zertheilung die bekannte poröse und schwammige Beschaffenheit erhält, die zur Verdaulichkeit des Brotes erforderlich ist. Diese Beschaffenheit wird nun dem Brote auf Kosten eines Theiles der Stärke des Mehles ertheilt, die sich erst in Stärkezucker und dann durch Gährung in Alkohol und Kohlensäuregas umwandelt; letzteres sucht zu entweichen und bewirkt zunächst das Aufgehen des Teiges. Damit diese Gährung vor sich gehe, ist der Zusatz von Fermenten nothwendig, die dem Brote fremd sind und zuweilen demselben die Verdauung beeinträchtigende Eigenschaften ertheilen. Es war daher schon längst das Streben der Techniker, die Brotgährung und somit auch den Zusatz von Hefe und Sauerteig zu umgehen und dem Teige die erforderliche lockere Beschaffenheit durch eine in dem Teige selbst vor sich gehende Gas- oder Dampfbildung zu geben, denn es ist einleuchtend, dass jeder luft- oder dampfförmige Körper auf passende Weise in dem Teige vertheilt, sich ebenso wie die während des Aufgehens sich entwickelte Kohlensäure verhalten wird.

Obgleich das Problem, Brot von normaler Beschaffenheit ohne Gährung zu bereiten, noch nicht gelöst ist, so fehlt es doch nicht an darauf bezüglichen Vorschlägen, die zum Theil alle Beachtung verdienen. Es seien im Folgenden einige der wichtigsten derselben angeführt. *Das anderthalb-kohlensaure Ammoniak* ($2\,NH_4O, 3\,CO_2$), dem Teige in kleiner Menge einverleibt, kann zum Aufgehen desselben beitragen, einmal, indem die Säure, die in keinem Teige fehlt, mit dem Ammoniak zusammentritt und Kohlensäure frei macht, das andere Mal, indem das kohlensaure Ammoniak in der Hitze des Backofens Dampfgestalt annimmt und somit das Auflockern des Teiges bewirkt.

Zweifach-kohlensaures Natron und *Salzsäure* sind wiederholt vorgeschlagen worden, um in dem Teige selbst die zum Aufgehen desselben nöthige Kohlensäure zu entwickeln ($NaO, HO, 2\,CO_2 + ClH = Na\,Cl + 2\,CO_2 + HO$), wobei das zugleich entstandene Kochsalz in dem Teige bleibt. *Reines Kohlensäuregas* dem Teige zu incorporiren, um demselben die Beschaffenheit eines durch Gährung gehobenen Teiges zu ertheilen, ist eine ziemlich nahe liegende Idee, die zu verschiedenen Zeiten gefasst, vergessen und immer wieder von Neuem aufgenommen wurde, zahlreiche Vertreter und ebensoviel Gegner fand, ohne dass bis jetzt ein genügendes Resultat erzielt worden wäre. Neuerdings haben Dauglish und

Bousfield sich mit der Brotbereitung mit Hülfe von Kohlensäure (*aërated bread*) beschäftigt. Das Kneten des Teiges geschieht in einem verschlossenen Cylinder, aus welchem die Luft ausgepumpt wird und in welchen man sodann unter starkem Druck Kohlensäuregas eintreibt, welches während des Knetens von dem dem Mehle zugesetzten Wasser absorbirt wird. Hat das Kneten genügend stattgefunden, so öffnet man eine unter dem Knetcylinder befindliche Röhre, durch welche der Teig sodann durch den Glasdruck ausgetrieben wird. Man schneidet ihn beim Austritt aus der Röhre stückweise ab und bringt die so gebildeten Laibe sofort in den Backofen. Indem die von dem Wasser des Teiges absorbirte Kohlensäure nun wieder entweicht, bläht sie den Teig auf. — Die Behauptung, dass das mit reiner Kohlensäure dargestellte Brot einen anderen und zwar faden Geschmack besitze, als das auf gewöhnliche Weise mit Gährung erhaltene, scheint nicht ungerechtfertigt zu sein, da in letzterem geringe Mengen der geistigen Produkte der Gährung zurückbleiben, die namentlich bei frischem Brote durch Geschmack und Geruch wahrzunehmen sind. Es ist auch nicht zu vergessen, dass der bei der Brotgährung sich bildende Alkohol, indem er durch die Hitze des Backofens in Dampf verwandelt wird, neben der Kohlensäure zur Auflockerung des Brotes beiträgt. Pflegt man ja in der Feinbäckerei bei Backwerken aus Mehl, Fett und Eiweiss zum Auflockern des Teiges eine alkoholische Flüssigkeit allein (Weingeist oder Rum) anzuwenden.

Brotausbeute.

Was die Ausbeute an Brot aus einem bestimmten Quantum Mehl anbelangt, so sind die Angaben der verschiedenen Autoren über diesen Punkt folgende: Es gaben 100 Pfd. Mehl

nach Accum	125	Pfd. Brot.
„ Prechtl	125	„ „
„ Hermbstädt	133	„ „
„ Dumas	130	„ „
„ Ure	127	„ „
„ Heeren	135	„ „

Zusammensetzung des Brotes.

Das Mehl der Getreidearten enthält im lufttrocknen Zustande 12 — 16 pCt. Wasser, während seiner Umwandlung zu Brot nimmt es aber noch grosse Mengen von Wasser auf. 100 Pfd. feinen Weizenmehls verbinden sich mit 50 Pfd. Wasser und geben 150 Pfd. Brot. Die Zusammensetzung des Mehls und Brotes ist daher folgende:

	Weizenmehl.	Weizenbrot
Trocknes Mehl	84	84
Ursprüngliches Wasser	16	16
Hinzugesetztes Wasser	—	50
	100	150

Nach Heeren geben 100 Pfd. Weizenmehl wenigstens 125 — 126 Pfd. Brot, 100 Pfd. Roggenmehl 131 Pfd. Brot.

Neugebackenes Brot besitzt, wie allbekannt, eine eigenthümliche Weichheit und Zähigkeit; nach einigen Tagen verliert es diese Weichheit und wird krümelnd und anscheinend trocken und heisst in diesem Zustande altbacken. Meist ist man der Ansicht, dass diese Veränderung in der Abnahme des Wassergehaltes ihren Grund habe. Dies ist aber unrichtig, da nach Versuchen von Boussingault altbackenes Brot eben so viel Wasser als frisches enthält. Die Veränderung besteht allein in einem besonderen Molecularzustand des Brotes, welcher bei dem Altbackenwerden eintritt.

Verunreinigung des Brotes.

Wenn das zur Brotfabrikation angewendete Mehl verdorben ist, so ist der Kleber verändert und erweicht; die bei dem Gähren des Teiges sich entwickelnde Kohlensäure lockert daher den Teig nicht auf, sondern entweicht. Das daraus entstehende Brot ist mithin derb und weniger weiss. Um diesem Uebelstande zu begegnen und schlechtes Mehl zur Erzeugung eines anscheinend guten Brotes anzuwenden, pflegen die Bäcker Belgiens und des nördlichen Frankreichs dem Teig eine kleine Menge schwefelsaures Kupferoxyd ($^1/_{15000}$ — $^1/_{30000}$) zuzusetzen, dessen Base sich mit dem Kleber zu einer unlöslichen Verbindung verbindet,

wodurch der Teig zähe und weiss wird, und die Eigenschaft erhält, eine grössere Menge Wasser aufzunehmen. Um diese schädliche Beimengung nachzuweisen, wird eine Portion des verdächtigen Brotes getrocknet und durch Verbrennen eingeäschert; in der zurückbleibenden Asche lässt sich durch Abschlämmen das Kupfer leicht nachweisen. In England setzt man allgemein dem Mehl beim Brotbacken etwas Alaun zu. In Deutschland, wo der Zusatz von schwefelsaurem Kupferoxyd und Alaun (0,1 pCt.) von der Behörde untersagt ist, bewahrt man in einigen Gegenden den Sauerteig in kupfernen Trögen auf, wodurch sich Grünspan erzeugt, dessen Bildung von den Bäckern nicht ungern gesehen wird.

Die Essigfabrikation.

Der Essig und seine Entstehungsweise.

Das, was man im gewöhnlichen Leben Essig nennt, ist wesentlich ein Gemisch von Essigsäure mit Wasser. Die Essigsäure besteht im höchst concentrirten Zustande in 100 Theilen aus

4 Aequiv.	Kohlenstoff	24	40,6
4 „	Wasserstoff	4	6,6
4 „	Sauerstoff	32	52,8
		60	100,00

und bildet sich durch Oxydation des Alkohols, sowie durch trockne Destillation der Cellulose.

Was die erstere Bildungsweise betrifft, so lässt sich der Vorgang der Umwandelung des Alkohols in Essigsäure durch folgendes Schema ausdrücken:

1 Aequiv. Alkohol	$C_4H_6O_2 = 46$	geben	1 Aequiv. Essigsäure	$C_4H_4O_4 = 60$
4 „ Sauerstoff	$4\,O = 32$		2 „ Wasser	$2\,HO = 18$
	78			78

Nach diesem Schema geben 100 Th. Alkohol 129,5 Th. höchst concentrirte Essigsäure. Der Vorgang ist aber in der That nicht so, dass sich aus dem Alkohol sofort Essigsäure bildet. Ehe diese Säure entsteht, geht der Alkohol erst in einen Körper über, welcher minder sauerstoffreich ist als die Essigsäure, nämlich der Aldehyd $C_4H_4O_2$. Die Umwandelung des Alkohols lässt sich auf folgende Weise übersichtlich darlegen:

Alkohol $C_4H_6O_2 = 46$
Davon ab $H_2 = 2$ (2 H werden durch 2 O aus der Luft zu 2 HO oxydirt)

Bleibt Aldehyd $C_4H_4O_2 = 44$
Dazu $O_2 = 16$ (aus der Luft)

Resultirte Essigsäure $C_4H_4O_4 = 60$.

100 Kilogr. Alkohol brauchen zu ihrer Ueberführung in Essigsäure 300 Kilogr. (= 2322 Hektoliter) Luft, da diese genau die 69 Kilogr. Sauerstoff enthalten, die zur Oxydation des Alkohols zu Essigsäure erforderlich sind. Es ist jedoch einleuchtend, dass in der Praxis dieses Luftquantum bei weitem unzureichend ist, da von dem, dem Alkohol zugeführten atmosphärischen Sauerstoff wahrscheinlich nur derjenige Theil, der in Gestalt von Ozon vorhanden ist, zur Essigbildung verwendet wird.

Die Entstehung des Essigs als *Produkt der trocknen Destillation* der Cellulose lässt sich nicht durch einfache Gleichung ausdrücken, da neben Essigsäure zahlreiche andere Verbindungen wie gasförmige und flüssige Kohlenwasserstoffe, Kreosot und Carbolsäure etc. entstehen, deren relative Menge abhängig ist von der Temperatur, bei welcher destillirt wird, von der Form des Destillirgefässes, von dem Feuchtigkeitsgrade, der cellulosehaltigen Substanz u. s. w.

Darstellung des Essigs aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten.

Essig aus Alkohol.

Es ist bekannt, dass Alkohol der Luft oder selbst reinem Sauerstoffgase ausgesetzt, nicht in Essigsäure übergeht. Da der Essig aber gleichwol aus dem

Alkohol nur durch Sauerstoffaufnahme sich bildet, so ist es einleuchtend, dass die alkoholhaltige Flüssigkeit, welche in Essig umgewandelt werden soll, in die für die Essigbildung günstigsten Bedingungen versetzt werden muss. Hier, wie so häufig bei chemisch-technischen Processen ist die Erfahrung die beste Rathgeberin. Eine zweckmässige und auf naturgesetzliche Principien gestützte Anwendung dieser Erfahrungen macht das Wesen der Essigfabrikation, d. i. die Darstellung von Essig in der kürzesten Zeit und auf die billigste Weise, namentlich mit dem geringsten Verluste von Alkohol, aus.

Die Bedingungen, unter welchen eine vortheilhafte Erzeugung des Essigs im Grossen stattfinden kann, sind folgende:

1) die alkoholhaltige Flüssigkeit — das Essiggut — sei dieselbe Traubenwein oder Obstwein, gegohrener Malzauszug, Bier oder Branntwein, soll hinreichend verdünnt sein; sie darf nicht wol über 10 pCt. Alkohol enthalten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass unmittelbar durch Gährung dargestellte alkoholische Flüssigkeiten leichter in Essig übergeführt werden können, als Mischungen von Branntwein oder Alkohol mit Wasser. Eine zu grosse Verdünnung, die weiter geht als bis zu 3 pCt. Alkohol, hindert zwar nicht die Essigbildung, wol aber wird sie dadurch verlangsamt;

2) eine geeignete Temperatur, die nicht über 36° C. steigen und nicht unter 10—12° C. sinken soll. Bei einer Temperatur von 7° C. und darunter findet keine Essigbildung mehr statt, eine Thatsache, die bei der Anführung der Vortheile von Felsen- und Eiskellern zur Aufbewahrung von Lagerbier und überhaupt gegohrenen Flüssigkeiten gewöhnlich übersehen wird. Bei einer Temperatur von 40—60° ist die Verwandtschaft des Alkohols zum Sauerstoff gesteigert und die Essigbildung geht schneller und kräftiger vor sich, doch ist bei dieser Temperatur ein namhafter Verlust an Alkohol und Essig durch Verdampfen unvermeidlich;

3) gehöriger Luft- oder Sauerstoffzutritt zu der alkoholischen Flüssigkeit und innige Berührung zwischen beiden. Kleinere Massen der geistigen Flüssigkeiten sind zur Essigbildung geeigneter als grössere auf einmal, weil erstere der Luft mehr Berührungspunkte darbieten;

4) das Vorhandensein von Substanzen, welche den Essigbildungsprocess einzuleiten und fortzuführen vermögen; sie sind in ihrer Wirkung den Gährungserregern oder Fermenten an die Seite zu stellen und werden deshalb Essigsäurefermente, saure Fermente genannt. Das beste Ferment ist der Essig, mithin auch alle Körper, welche mit Essig imprägnirt sind, wie der sogenannte Essigschimmel (*Mycoderma aceti*); früher glaubte man, dass die Essigmycodermen zu dem Alkohol und dem Essig in derselben Beziehung stehen, wie die Hefe zum Zucker und Alkohol — daher auch der Name Essiggährung, um den Process der Umwandlung der alkoholischen Flüssigkeit in Essig zu bezeichnen — gegenwärtig weiss man aber, dass dies nur insoweit richtig ist, als Essigkahm auf eine alkoholhaltige Flüssigkeit gebracht, ebenso gut wie eine kleine Quantität Essig und die Essigsäurefermente überhaupt bei Luftzutritt die Essigbildung einzuleiten fähig ist, wie mit Essig getränkte Holzgefässe und Späne; in allen diesen Körpern sind in Oxydation begriffene Proteïnsubstanzen, welche mit alkoholhaltigen Flüssigkeiten zusammengebracht, den Alkohol mit in den Kreis der Oxydation hineinziehen und seine Umwandlung in Essig einleiten. Reine Essigsäure ist daher nicht im Stande, den Essigbildungsprocess hervorzurufen, wol aber der Essig, der neben der Essigsäure stets kleine Mengen der erwähnten Proteïnsubstanzen enthält. Dass es diese letzteren nicht an und für sich sind, sondern nur ein eigenthümlicher und activer Zustand derselben, zeigt das Verhalten des Platinmohrs und des Platinschwammes, welche sofort Alkohol in Essigsäure überführen. Nach Allem zu schliessen, wird man wol annehmen dürfen, dass durch die Gegenwart der sogenannten Essigsäurefermente wie durch fein zertheiltes Platin, der Sauerstoff der Luft activ, d. h. in Ozon übergeführt werde und *dass nur ozonisirter Sauerstoff fähig sei, aus Alkohol Essigsäure zu bilden.* Eine genaue Untersuchung des Verhaltens des Wasserstoffsuperoxydes zu Gemischen von Alkohol und Wasser würde ohne Zweifel wesentlich zur Kenntniss der Theorie des Essigbildungsprocesses beitragen und vielleicht einen neuen Weg zur rationellen Darstellung des Essigs eröffnen.

Erscheinungen während der Essigbildung.

Bei der Essigbildung sind *Erscheinungen* wahrzunehmen, deren Beobachtung für die Beurtheilung des Fortschreitens der Umwandelung des Alkohols in Essigsäure von Belang ist, diese Erscheinungen sind theils chemischer, theils physikalischer Natur, theils sind sie auch nur äussere, durch die Veränderung der chemischen Natur der Flüssigkeit bedingte, zu den *chemischen* sind

zu rechnen die Absorption des atmosphärischen Sauerstoffes, ohne dass dabei ein Gas ausgeschieden wird. In dem Grade als die Essigbildung fortschreitet, verliert sich der alkoholische Geruch und Geschmack der Flüssigkeit und macht der bekannten erfrischend-sauren des Essigs Platz. Zu den *physikalischen* Erscheinungen, die während des Verlaufes der Essigbildung auftreten, gehören 1) Zunahme des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit und 2) Erhöhung der Temperatur derselben. Die Erhöhung der Temperatur der Flüssigkeit während der Essigbildung ist eine Folge des Ueberganges des Sauerstoffes aus dem gasförmigen in den tropfbar flüssigen Zustand. Die Temperatur steigt um so höher, je schneller die Aufnahme des Sauerstoffes geschieht.

Die ältere Methode der Essigbildung. Nach dem verschiedenen Ursprunge unterscheidet man gegenwärtig folgende Essigarten: 1) den **Weinessig**, welcher aus Wein bereitet wird und ausser der Essigsäure fast alle übrigen Bestandtheile des Weines, namentlich Weinsäure, Bernsteinsäure und gewisse Aetherarten enthält, welche dem Weinessig den charakteristisch angenehmen Geruch ertheilen; 2) den **Branntweinessig** (oder künstlichen Weinessig), welcher in der Regel nur aus einem Gemisch von Essigsäure und Wasser und geringen Mengen von Essigäther besteht; 3) den **Obstessig**, aus dem Aepfel- und Birnenwein dargestellt, enthält neben der Essigsäure noch Aepfelsäure; 4) den **Bier-, Malz- oder Getreideessig**, welcher aus ungehopfter Bierwürze dargestellt wird und neben der Essigsäure Extractbestandtheile wie Dextrin und phosphorsaure Salze enthält; endlich 5) den aus Holzessig dargestellten **Tafelessig**.

Was die *ältere Methode der Essigbildung* betrifft, so ist sie ohne Zweifel eine Nachahmung des von selbst Sauerwerdens von Bier, Wein und überhaupt gegohrenen Flüssigkeiten mit einigen, die Essigbildung fördernden und das Produkt veredelnden Modificationen, nämlich Anwendung geeigneter Temperatur, innige Berührung der säuernden Flüssigkeit mit der Luft und ein sogenanntes Essigsäureferment. Man befolgt diese Methode bei der Bereitung des **Weinessigs**, kann sie aber selbstverständlich auch bei anderen Essigsorten wie Obst- und Malzessig anwenden. In der Regel benutzt man Säurefässer (Mutterfässer) aus Eichenholz, welche durch Ausdämpfen extrahirt und dann mit siedendem Essig eingesäuert werden. Zu dem Ende giesst man in jedes Fass 1 Hektoliter Essig. Nach 8 Tagen wieder 10 Liter und so fährt man jede Woche mit dem Weinzusatze fort, bis das Säurefass bis zu zwei Drittheilen angefüllt ist. Nach ungefähr 14 Tagen nach dem letzten Weinzusatz ist aller Wein in Essig übergegangen. Man zieht die Hälfte aus dem Mutterfasse ab und bringt ihn auf das Lager; mit dem Weinzusatze und dem Ablassen des fertigen Essigs aber fährt man ununterbrochen fort. Ein Mutterfass kann oft 6 Jahre und länger noch zur continuirlichen Essigfabrikation dienen, bis sich endlich eine solche Menge von Hefenabsatz, Weinstein, Essiggeläger u. dergl. gebildet hat, dass zur Reinigung des Fasses geschritten werden muss, worauf es von Neuem zur Essigbildung verwendet wird.

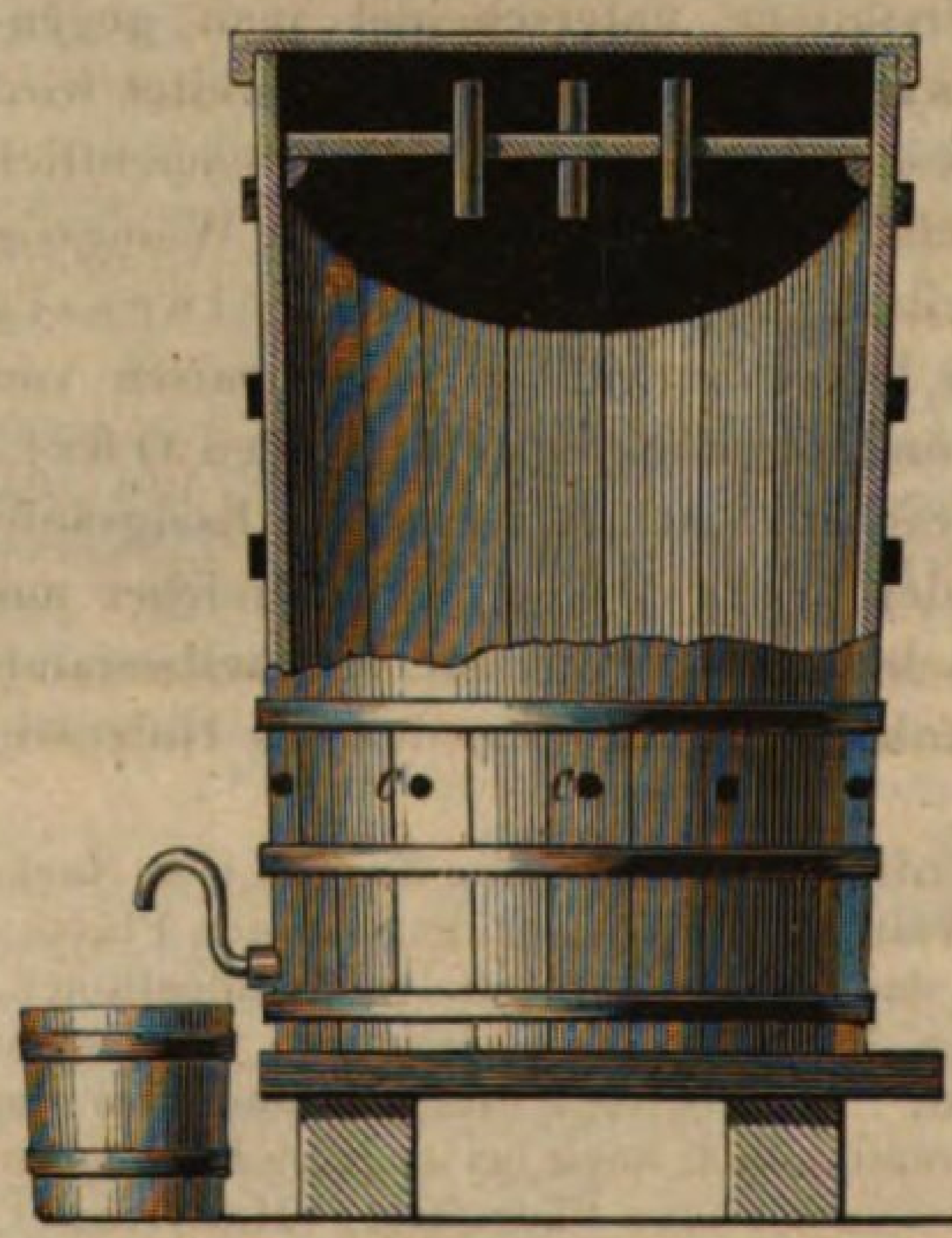
Wenngleich bei dem vorstehend beschriebenen Verfahren der Essigbildung die Berührungspunkte zwischen der scheinbar ruhigen, säuernden Flüssigkeit und der atmosphärischen Luft nicht gross sind, so werden sie doch ununterbrochen erneuert, einmal dadurch, dass die Flüssigkeitsoberfläche in jedem Momente eine andere wird, da jedes Atom des entstandenen Essigs in Folge seines höhern specifischen Gewichtes sich senkt und der leichteren alkoholischen Flüssigkeit Platz macht, ferner, dass auch die Luftschicht über dem Essiggute in fortwährender Bewegung sich befindet, da die entsauerstoffte und dadurch leichter gewordene Luft (von 0,9 spec. Gewichte) nach oben strebt und durch neue, specifisch schwerere Luft (von 1,0 spec. Gewicht) ersetzt wird.

Schnellessigfabrikation. Die sogenannte **Schnellessigfabrikation** wurde im Jahre 1823 von **Schützenbach** zu Eudingen im Breisgau als ein Fabrikgeheimniss für 1500 Thlr. verkauft unter der Bedingung, dasselbe „keinem andern für oder ohne Geldleistung bekannt zu machen.“ Das Hauptprincip, worauf die Schnellessigfabrikation beruht, ist das in Essig überzuführende Essiggut, gewöhnlich Branntwein, mit der atmosphärischen Luft bei der erforderlichen Temperatur in die innigste

Berührung zu bringen, oder mit andern Worten, die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure in der kürzesten Zeit und mit dem geringsten Verlust zu bewerkstelligen. Die innige Berührung des Essiggutes mit der Luft wird erreicht 1) durch Vermehrung des Luftzutrittes durch einen continuirlichen Luftstrom, welcher der Richtung des in Tropfen herabrinnenden Essiggutes entgegengesetzt ist; 2) durch Zertheilung der säuernden Flüssigkeit in Tröpfchen.

Zur Ausführung der Schnellessigfabrikation sind besonders construirte und vorgerichtete Gefässe (Gradirfässer, Essigständer) erforderlich, von welchen man je nach der Stärke des darzustellenden Essigs 2—4 braucht, die zusammen wieder eine Gruppe ausmachen. Ein derartiges Gefäss ist Fig. 188 im Durchschnitt dargestellt; es ist aus starkem eichenen Daubenholz angefertigt, oben offen, 2—4 Meter hoch und 1 bis 1,3 Meter weit. 20—30 Centimeter hoch über dem untern Boden bohrt man in gleichen Entfernungen von einander, im Umkreise des Fasses 6 Löcher — Luftzuglöcher — von etwa 3 Centimeter Durchmesser, so dass die innere Mündung der Bohrloches ein wenig tiefer liegt als die äussere. Etwa $^1/_3$ Meter über dem Boden befindet sich ein falscher Boden, der siebähnlich durchlöchert ist, oder es wird einige Centimeter über den Luftzuglöchern ein Lattenrost eingelegt, auf welchen vorbereitete Buchenholzspäne kommen und den Ständer anfüllen bis etwa 15—20 Centimeter unter dem obern Rand. Vor ihrer Anwendung werden die Späne ausgelaugt; die ausgelaugten Späne werden dann getrocknet. Nachdem die Essigständer mit den trocknen Spänen beschickt worden sind, schreitet man zum Ansäuern derselben. Zu diesem Zwecke giesst man erwärmten Essigsprit über die im Ständer befindlichen Späne. Die angesäuerten Fässer bleiben 24 Stunden bedeckt stehen, damit der Essigdunst das Holz möglichst durchdringe. 18—24 Centimeter unter dem obern Rand befindet sich ein hölzerner Siebboden. Die Löcher dieses Siebbodens sind von der Weite eines Gänsekieles und stehen 3—5 Centimeter von einander ab. Damit das Essiggut durch diese Löcher in dünnen Strahlen über die Späne sich ergiesse, bringt man in die Löcher Bindfäden, die etwa 3 Centimeter unten hervorragen und oben mit einem Knoten versehen sind, mittelst dessen sie in den Bohrlöchern oben aufliegen; diese Fäden schwellen an, verringern dadurch die Oeffnung etwas, saugen durch Capillarität das Essiggut auf und lassen es vom untern Ende auf die Hobelspäne abtropfen. In dem Siebboden befinden sich ferner 5—8 grössere Bohrlöcher von 3—6 Centimeter Weite, welche der durch die Zuglöcher von unten eindringenden im Ständer ihres Sauerstoffs beraubten Luft den Austritt nach oben gestatten; in diese Löcher sind Glasröhren von 10—15 Centimeter Länge (wie es Fig. 188 zeigt) befestigt, die etwa 8 Centimeter über dem Siebboden hervorragen und das Abfliessen des Essiggutes verhindern. Der Essigständer wird endlich mit einem gut schliessenden Deckel bedeckt, in dessen Mitte ein rundes Loch ausgeschnitten ist; durch diese Oeffnung wird das Essiggut aufgegossen, tritt ferner die atmosphärische Luft aus. In Folge der Sauerstoffabsorption entwickelt sich im Innern des Essigständers so viel Wärme, dass die Luft darin in fortwährender Strömung von unten nach oben erhalten wird; in dem Grade, als die entsauerstoffte Luft oben austritt, strömt frische Luft durch die Luftzuglöcher nach.

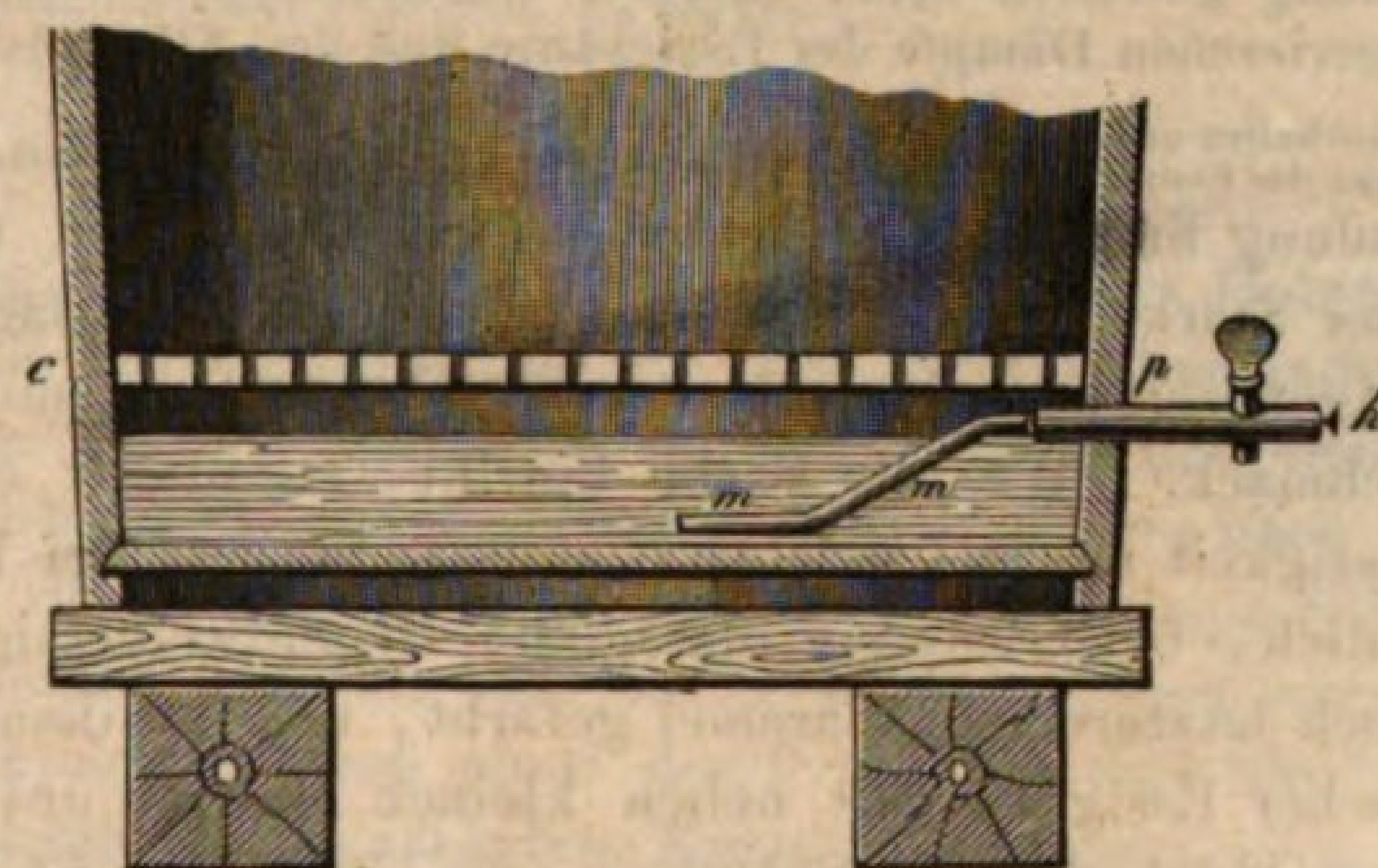
Fig. 188.



Nachdem die Essigständer beschickt und eingesäuert sind, giebt man das vorbereitete Essiggut — am häufigsten Branntwein, seltener Malzauszug, Bier oder Wein — auf. Das aus dem ersten Gradirfasse abfliessende Essiggut kommt in das zweite und fliesst von da, wenn der Alkoholgehalt der säuernden Flüssigkeit 3—4 pCt. nicht überstieg, als fertiger Essig ab. Die in einen Ständer nach unten gelangende Flüssigkeit sammelt sich in dem Raume zwischen dem Boden und dem Lattenroste oder dem falschen Boden an. Wie aus Fig. 188 zu ersehen ist, kann sie von da nicht abfliessen, bis das Niveau der Flüssigkeit in-

wendig gleich ist dem Niveau der Mündung des Glashebers auswendig. In Folge dieser Einrichtung bleibt, sobald aus einem Ständer nichts mehr abfliesst, eine etwa 16—20 Centimeter hohe, warme Essigschicht zurück, die neuem Essiggute als Säuerungserreger dient. Das Rohr muss inwendig dicht über dem ächten Boden ausmünden, damit die untere, am meisten Essigsäure enthaltende und daher specifisch schwerere Schicht zuerst ausfliesse. Dem Uebelstande der Zerbrechlichkeit des Glashebers lässt sich am besten durch die Fig. 189 abgebildete Anwendung begegnen; *c c* ist der Lattenrost unter den Luftzuglöchern, unter welchem sich der hölzerne Hahn *h* befindet, an welchem das gebogene Glasrohr *m m* so befestigt ist, dass die freie Mündung desselben über dem ächten Boden des Essigständers zu liegen kommt.

Fig. 189.



Die *Zusammensetzung des Essiggutes* ist eine sehr verschiedene, eine häufig angewendete Mischung besteht aus 20 Litern Branntwein von 50 pCt. Tr., 40 Litern Essig und 120 Litern Wasser. Die Essigstube soll bis auf 20 — 24° C. erwärmt sein, in den Essigständern steigt sie aber bis auf 36° und darüber, wodurch in Folge von Verdunstung von Alkohol, Aldehyd und Essigsäure ein Verlust stattfindet, welcher etwa $^1/_{10}$ beträgt. Mit Rücksicht auf diesen Verlust kann man annehmen, dass 1 Hektoliter Branntwein von 50 pCt. Tr. (= 42 pCt. dem Gewichte nach) dem Gewichte nach liefert:

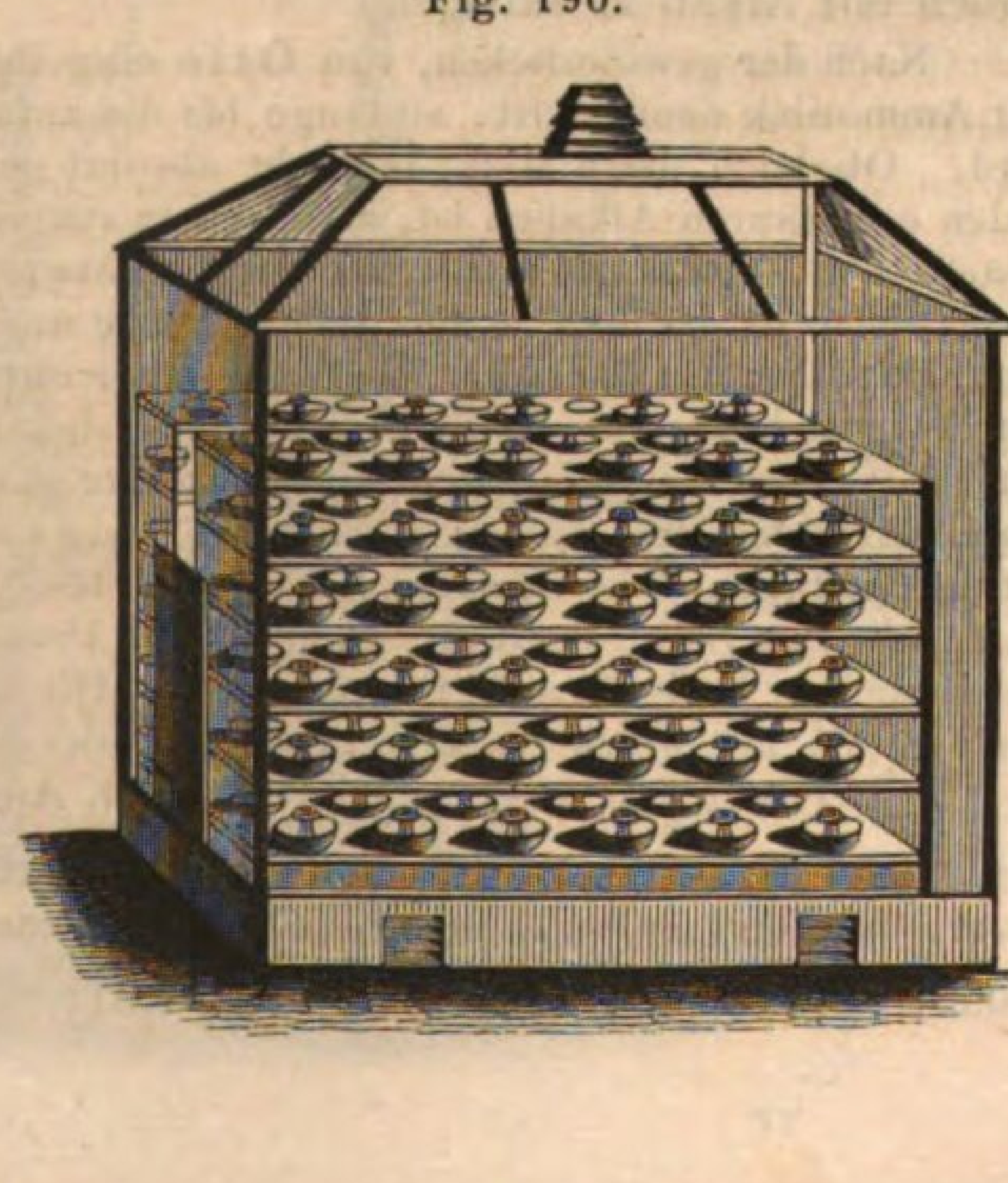
13	Hektoliter	Essig	von	3 pCt.	Essigsäuregehalt
9,9	"	"	"	4 "	"
7,9	"	"	"	5 "	"
6,6	"	"	"	6 "	"
5,6	"	"	"	7 "	"
4,9	"	"	"	8 "	"
4,4	"	"	"	9 "	"
3,9	"	"	"	10 "	"

Für den Transport ist es selbstverständlich am vortheilhaftesten, nur den stärksten Essig — Essigsprit — darzustellen und denselben am Orte der Consumtion mit Wasser zu verdünnen.

Essig mit Hülfe von Platinmohr.

Die von Döbereiner entdeckte Eigenschaft des Platinschwammes und in noch höherm Grade des Platinmohrs, Alkoholdämpfe in kürzester Zeit und vollständig in Essigsäure überzuführen, ist wiederholt im Grossen zur Erzeugung von Essigsäure angewendet worden. Man beschreibt einen hierzu verwendbaren Apparat, welcher Fig. 190 abgebildet ist. Es ist ein kleines Glashaus, im Innern mit Abtheilungen versehen, auf welchen flache Porcellanschalen stehen. Der in Essigsäure überzuführende Alkohol wird in diese Schalen gegossen, in welchen ein Dreifuss aus Porcellan steht, den ein Uhrglas mit Platinschwamm trägt. Oben am Dache und unten sind Oeffnungen, die man behufs der Ventilation öffnen und schliessen kann. Mit Hülfe einer kleinen Dampfheizung bringt man die Temperatur im Innern des Apparates bis auf 33°. Es findet dadurch eine langsame

Fig. 190.



Verdunstung des Alkohols statt, der, so wie er mit dem Platin in Berührung kommt, in Essigsäure übergeht, deren Dämpfe sich zum grossen Theile an den Wänden des Apparates niederschlagen und in ein Reservoir am Boden des Glaskastens gelangen. So lange für genügende Ventilation gesorgt ist, behält das Platin die Fähigkeit bei, Alkohol zu Essigsäure zu oxydiren. Mit einem Apparat von etwa 40 Kubikmeter Capacität und einem Vorrathe von 17 Kilogr. Platinmohr kann man täglich gegen 140 Liter Alkohol in die reinste Essigsäure überführen. Wenn man mit dem Apparate ohne Verlust arbeiten will, muss die Einrichtung getroffen sein, dass der entsauerstofften Luft, ehe sie ins Freie gelangt, die mit fortgerissenen Dämpfe der Essigsäure und des Alkohols entzogen werden.

Eigenschaften und Prüfung des Essigs. Der Werth eines Essigs ist, so weit derselbe als Tafelessig Anwendung findet, abhängig von seinem Geschmack und seinem Essigsäuregehalte — seiner Stärke. — Nach seinem Gehalte an Essigsäure schmeckt der Essig mehr oder weniger sauer, zeigt aber nach seiner Abstammung einen bezeichnenden Nebengeschmack. Was die Farbe betrifft, so nimmt er im Allgemeinen die Farbe der Flüssigkeit an, aus welcher er entstanden ist; bei Weinessig ist die Farbe gelb oder röthlich, bei Obstessig blassgelb, Branntweinessig ist farblos. In der Regel wird jedoch letzterer mit Caramel gefärbt, um ihn dem Weinessig ähnlicher zu machen. Frischer Essig enthält neben kleinen Mengen unveränderten Alkohols häufig auch etwas Aldehyd, eine Substanz, die sich in nicht fertigen Essigen unvollkommener Apparate stets in grösserer Menge findet.

Der Gehalt des Essigs an Essigsäure hängt ab von dem Alkoholgehalte des Essiggutes, dann auch von der mehr oder weniger vollständigen Umwandlung des Alkohols. Malzessig enthält 2—5 pCt., Branntweinessig 3—6 pCt., Weinessig 6—8 pCt. Essigsäure. Selbstverständlich ist ein gewisser Essigsäuregehalt nicht wie z. B. der Alkoholgehalt des Weines etwas von der Natur des Essig Unzertrennliches, weil es ganz vom Belieben des Fabrikanten abhängt, denselben zu erhöhen oder zu erniedrigen. Das specifische Gewicht der Essigsorten variirt von 1,010—1,030; bei gleichem Essigsäuregehalte sind reine Branntweinessige stets specifisch leichter als Essigsorten aus gegohrnen, nicht destillirten Flüssigkeiten erzeugt; ein grösserer Alkoholgehalt macht den Essig leichter, fixe Bestandtheile — gewisse Bestandtheile des Weines, des Malzextractes — machen ihn schwerer.

Acetometrie. Der im Handel vorkommende Essig ist immer von sehr ungleichem Essigsäuregehalt. Aus seinem specifischen Gewichte lässt sich in dieser Hinsicht nichts schliessen, weil die anderen Bestandtheile der Flüssigkeit zur Vermehrung des specifischen Gewichtes beitragen und die Essigsäure wenig schwerer als Wasser ist. Zur Prüfung der Stärke des Essigs bleibt daher kein anderer Ausweg, als denselben mit Alkali zu sättigen.

Nach der gewöhnlichen, von Otto eingeführten Methode, wird der zu prüfende Essig mit Ammoniak neutralisirt, so lange bis die anfangs zugesetzte Lakmustinktur wieder blau wird. Obgleich diese Methode nicht absolut genau ist, weil es eine Eigenschaft der neutralen essigsauren Alkalien ist, alkalisch zu reagiren, so beeinträchtigt doch diese alkalische Reaction die Genauigkeit nicht in beachtenswerthem Grade. Das von Otto construirte Acetometer ist eine 36 Centimeter lange und 1,5 Centimeter weite, unten zugeschmolzene Glasröhre mit doppelter Theilung, einer untern einfachen, für den mit Lakmus gefärbten Essig und einer obern für die Probeflüssigkeit. Beim Gebrauche füllt man den Raum der Proberöhre bis zu einem gewissen Punkte mit Lakmustinctur, dann bis zu einem zweiten Theilstriche mit dem zu untersuchenden Essig und setzt nun nach und nach von der Probeflüssigkeit hinzu, bis die rothe Farbe der Flüssigkeit oben wieder blau geworden ist. Die Zahl, die den Stand der Flüssigkeit in der Proberöhre bezeichnet, giebt sofort den Gehalt des Essigs an Essigsäure in Procenten an. Die Genauigkeit des Resultates ist abhängig von der Sorgfalt, mit welcher man bei Bereitung der Aetzammoniakflüssigkeit zu Werke gegangen ist; diese Flüssigkeit muss genau 1,369 pCt. Ammoniak enthalten.

Nach dem von Mohr angegebenen Verfahren nimmt man von dem zu prüfenden Essig, welchen man auf seinen Gehalt an Essigsäure ($C_4H_3O_3 = 51$) prüfen will und der gewöhnlich ein spec. Gewicht von 1,010—1,011 hat, 5,04 Kubikcent. $\left(\text{denn } \frac{5{,}1}{1{,}011} = 5{,}04\right)$

oder einfacher 5 K.-C., versetzt sie mit Lakmustinctur und titrirt mit Normalkali blau. Am besten nimmt man 10 K.-C. des Essigs und halbirt die verbrauchten K.-C. des Kalis.

Beispiele. 1) 10 K.-C. eines Würzburger Tafelessigs brauchten
11,8 K.-C. Kali; er enthielt demnach
5,9 pCt. $C_4H_3O_3$ oder 6,7 pCt. $C_4H_4O_4$;
2) 10 K.-C. eines theilweise aus Holzessig bereiteten Essigs erforderten
12,5 K.-C. Kali, welche entsprechen
6,25 pCt. $C_4H_3O_3$ oder 7,3 pCt. $C_4H_4O_4$.

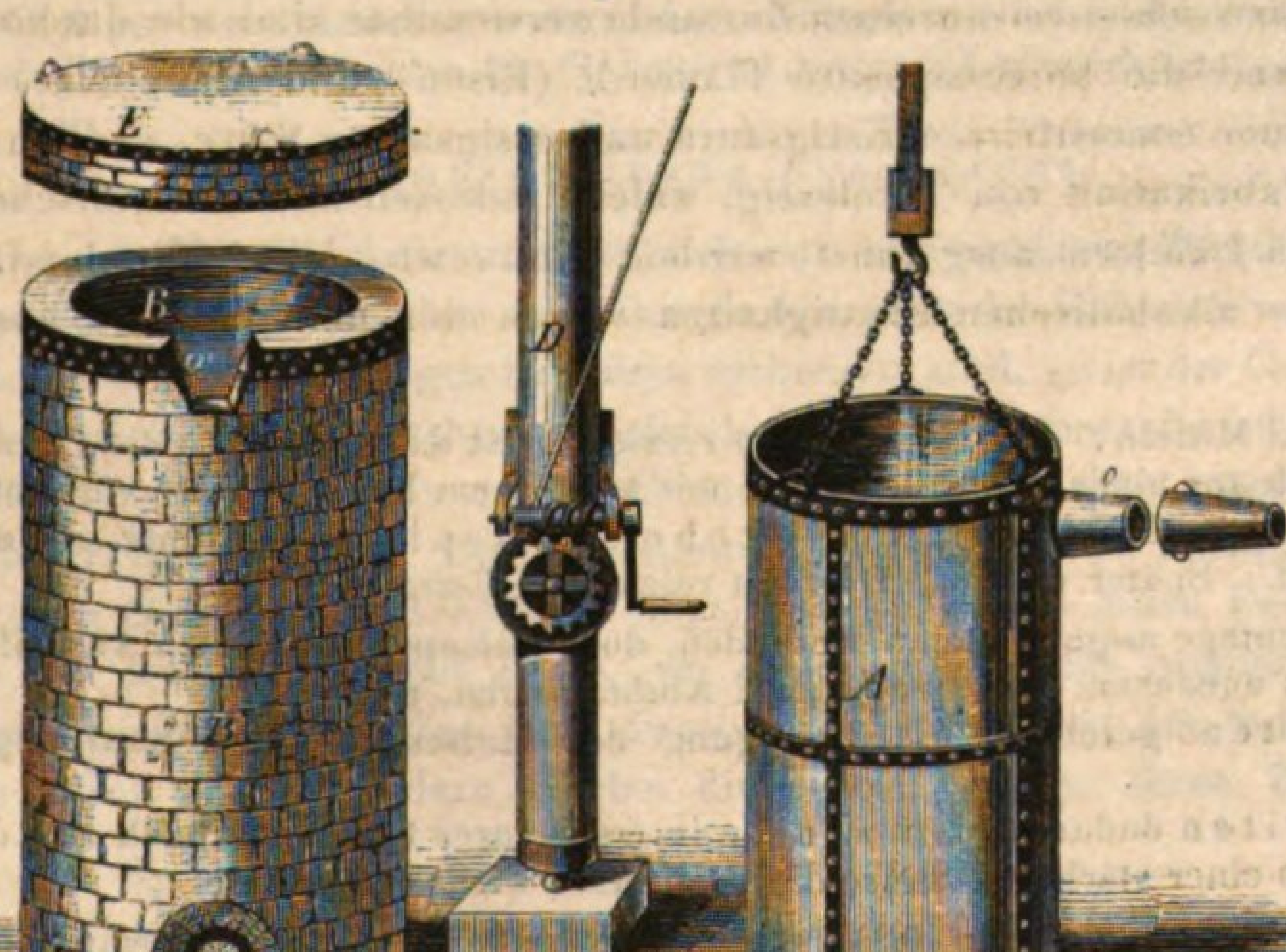
Darstellung des Essigs aus Holzessig.

Holzessig. Es ist bekannt, dass bei der trocknen Destillation des Holzes ein Theil des Kohlenstoffes als Kohle zurückbleibt und der Rest der Holzbestandtheile theils in Gestalt von permanenten Gasen — Kohlenoxyd, Kohlensäure und Grubengas —, theils in Form condensirbarer Körper auftreten, welche letztere nach ihrer Verdichtung eine braungefärbte dicke ölige Flüssigkeit und eine wässerige Schicht unter derselben bilden. Die letztere besteht wesentlich aus wässeriger unreiner Essigsäure (Holzessig), der kleine Mengen einer der Pyrogallussäure ähnlichen Säure, der Oxyphensäure (Brenzcatechin), ausserdem Kreosot und Carbolsäure aufgelöst enthält, und dem alkoholähnlichen Holzgeiste (Methylalkohol), die braune ölige Substanz, der Holztheer besteht aus einer Anzahl flüssiger und fester Körper, unter denen neben noch nicht näher untersuchten Brandharzen auch Paraffin, Naphtalin, Kreosot, phenylige Säure (Carbolsäure), und mehrere flüssige Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol, Xylol u. s. w. auftreten.

Der rohe Holzessig enthält nicht unbedeutende Mengen von Brandharz aufgelöst, ausserdem noch wie bereits erwähnt neben Oxyphensäure auch Kreosot und Carbolsäure; alle diese Körper ertheilen dem Holzessig eine braune Farbe und den bekannten empyreumatischen Geruch und Geschmack, ihnen verdankt aber auch der rohe Holzessig seine ausgezeichnet antiseptische Eigenschaft.

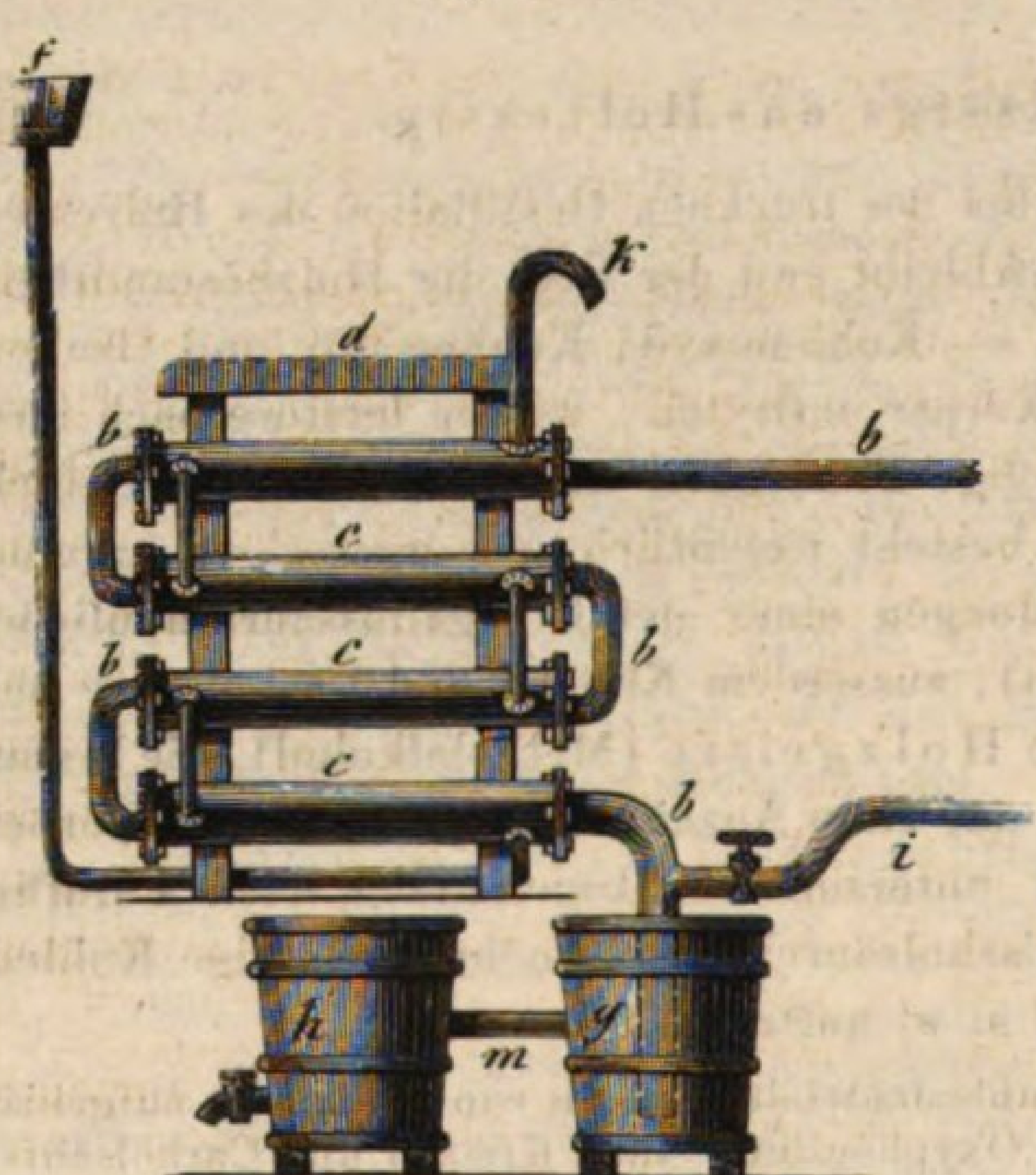
Dort, wo die Gewinnung von Holzessig Hauptsache ist, wendet man zur Destillation des Holzes eiserne Retorten an, denen ähnlich, die man bei der Leuchtgasfabrikation anwendet, in Frankreich zuweilen auch stehende Cylinder aus Schwarzblech (siehe Fig. 191). Ein solcher Cylinder *A* hat in der oberen Hälfte eine Oeffnung *o*, an welcher der Vorstoss *B*

Fig. 191.



angeschraubt wird. Auf den Cylinder kommt der Cylinderdeckel, welchen man, sobald der Cylinder mit Holz angefüllt ist, festschraubt; der Cylinder selbst wird mit Hülfe des Kranichs *D* in einen cylinderförmigen Ofen *B* gebracht, welchen man mit dem steinernen Deckel *E* verschliesst. Die durch Erhitzen des mit Holz gefüllten Cylinders sich entwickelnden Produkte gehen durch das Rohr *b* (Fig. 192), welche mit dem Cylinder verbunden und zickzackförmig gebogen ist, durch den in dem Gestelle *d* befindlichen Kühlapparat *c*, welchem durch *f* kaltes Wasser zugeführt wird, während das erwärmte bei *k* abfliesst. Essig, Theer und Holzgeist condensiren sich und fliessen in den Bottich *g*, in welchem sich vorzugsweise der Theer absetzt; die leichteren Flüssigkeiten laufen durch *m* nach dem Bottich *h* ab. Die nicht condensirten brennbaren Gase werden durch das Rohr *i* in die Feuerung geleitet, wo sie zu geruchlosen Produkten verbrennen und durch die dabei erzeugte Hitze erheblich zur Heizung des Cylinders beitragen, so dass in den spätern Stadien der Destillation kein Brennmaterial mehr nachgelegt zu werden braucht. — In grösseren Fabriken benutzt man anstatt der hölzernen Bottiche in die Erde eingelassene gemauerte oder aus Cäment construirte Cisternen, von denen eine jede durch ein am obern Ende befindliches Rohr mit der nächstfolgenden communicirt. Hierbei sammelt sich die grösste Menge des Theers in der ersten Cisterne, während der Holzessig, von mechanisch darin schwimmendem Theer befreit, in die letzte Cisterne übergeht, von wo aus er der weitern Verwendung übergeben wird.

Fig. 192.



Die Holzgasfabriken erzeugen gegenwärtig nicht unerhebliche Mengen von Holzessig.

Reinigen des Holzessigs. Der rohe Holzessig ist eine dunkelbraune klare Flüssigkeit von säuerlich theer- und rauchartigem Geruch und Geschmack. Man verwendet einen kleinen Theil des rohen Holzessigs zum Conserviren des Fleisches, von Holzwerk, Tauen etc.; der grösste Theil dient, theils um verschiedene essigsaure Salze darzustellen, welche in der Färberei und im Zeugdruck in grosser Menge verbraucht werden und dazu schon im unreinen Zustande verwendbar sind wie das holzessigsaure Eisenoxydul und die holzessigsaure Thonerde (Eisen- und Alaunbeize), theils zur Darstellung einer concentrirten Essigsäure und essigsaurer Salze, endlich und hauptsächlich zur Fabrikation von Tafelessig, welche indessen mit ökonomischem Vortheil nur in solchen Ländern ausgeführt werden kann, wo, wie in England, die Essigerzeugung aus alkoholischen Flüssigkeiten wegen der hohen Steuer äusserst kostspielig ist.

Unter den Mitteln, den *Holzessig zu reinigen*, ist das einfachste die Destillation, die man gewöhnlich aus einer kupfernen Blase mit kupfernem Kühlapparate vornimmt. Zuerst geht eine gelblich gefärbte Flüssigkeit — roher Holzspiritus — über, die auf Holzgeist verarbeitet wird. Später wird das Destillat reicher an Essigsäure.

Die heutzutage angewendeten Methoden, dem Holzessig die letzten Antheile der brenzlichen Stoffe zu entziehen, zerfallen in zwei Abtheilungen, nach

der ersten geschieht die Reinigung des Holzessigs ohne Sättigung mit einer Base, nach

der zweiten dadurch, dass man ihn in essigsaures Salz verwandelt und daraus durch Destillation mit einer stärkeren Säure die Essigsäure wieder abscheidet.

Zu der *ersteren Art* der Reinigung des Holzessigs gehören die von Stoltze herrührenden Vorschläge, von dem Holzessig, nachdem 10 pCt. abdestillirt und für sich als

roher Holzspiritus aufgefangen worden sind, 80 pCt. durch Destillation zu gewinnen, und darin die brenzlichen Stoffe durch Oxydation (durch Ozon oder Chlor) zu zerstören. Die Reinigung des Holzessigs *nach der zweiten Art* ist das gewöhnliche, in den Fabriken angewendete Verfahren; im Wesentlichen wurde es von Mollerat zuerst angegeben. Zunächst wird aus dem Holzessig durch Sättigen mit Kalk und Fällen der Lösung mit Glaubersalz essigsaures Natron dargestellt, dieses Salz wird durch Krystallisation gereinigt und dann im trockenen Zustande so weit erhitzt, dass es selbst nicht zersetzt wird, die beigemengten Brenzstoffe aber verkohlt und unlöslich werden, worauf man das reine Salz durch Auslaugen von den Kohlentheilen trennt und daraus die Essigsäure durch Destillation mit Schwefelsäure wieder abscheidet.

Anstatt des essigsauren Natrons wendet man häufig auch das Kalksalz zur Darstellung der Essigsäure aus dem Holzessig an, welches man durch Sättigen des Holzessigs mit Kalk und Abdampfen zur Trockne darstellt. Das trockne Salz wird geröstet, um in gleicher Weise wie bei dem Kalksalze, die brenzlichen Stoffe zu zerstören. Zur Gewinnung der Essigsäure destillirt man mit Salzsäure. Die Destillation kann in einer Blase mit Helm aus Kupfer und einer Kühlröhre aus Blei vorgenommen werden. Auf 100 Th. essigsauren Kalkes braucht man 90—95 Th. Salzsäure von 20°B. (=1,16 spec. Gewicht). Der Gebrauch der Salzsäure statt der Schwefelsäure hat den Vortheil, dass eine Verunreinigung des essigsauren Kalkes mit Harzen etc. nichts schadet, wenn nur der essigsaure Kalk bis zur Entfernung aller flüchtigen Substanzen ausgetrocknet worden war. Bei Anwendung von Schwefelsäure erhält man dagegen eine übelriechende Essigsäure, die viel schweflige Säure und ausserdem Zersetzungsprodukte der beigemengten Brandharze enthält.

Der Holzgeist. Wenn die bei der trocknen Destillation des Holzes erhaltene saure Flüssigkeit im Grossen abdestillirt wird, so geht zu Anfang eine gelbe Flüssigkeit über, welche leichter ist als Wasser und einen ätherartigen, zugleich brenzlichen Geruch hat. Diese Flüssigkeit (Holzspiritus) besteht hauptsächlich aus Holzgeist (Methyloxydhydrat $C_2H_4O_2$), Aceton und essigsaurem Methyloxyd, ausserdem auch noch aus einer Reihe von Körpern, welche für den vorliegenden Zweck nicht weiter in Betracht kommen. Der Holzgeist wurde 1812 von Taylor entdeckt und lange Zeit als Brennmaterial für Spirituslampen verkauft; erst im Jahre 1822 wurde er von ihm als ein neuer Körper beschrieben.

Der Holzgeist hat grosse Aehnlichkeit mit dem Alkohol, sowol in Bezug auf seine Eigenschaften als seine Zersetzungsprodukte und chemische Constitution, und kann als Brennmaterial für Lampen gebraucht werden, er verdunstet aber rascher und giebt weit weniger Wärme*). Man verwendet ihn ferner zur Schreinerpolitur und zu Harzfirnissen, wozu er jedoch schon ziemlich rein sein muss und wobei seine raschere Verdunstung ein Uebelstand ist. In England soll man ihn auch als berauschendes Mittel versucht haben, ohne dass er Unbequemlichkeiten gemacht habe. Die Anwendung des Holzgeistes hat bis jetzt in Deutschland, trotz vielfältiger Versuche, keine grosse Wichtigkeit erlangen können, theils weil er nur in kleinen Quantitäten producirt wird, theils auch, weil er, wenn er nicht gereinigt ist, den Alkohol nur unvollkommen ersetzt, daher billiger sein muss als dieser, was bei den umständlichen Reinigungsmethoden des Holzgeistes nicht wol möglich ist.

Die Conservirung des Holzes.

Holzconservation. Reine Holzfaser ist an sich nur sehr wenig der Zerstörung durch die Zeit unterworfen. Wenn wir aber trotzdem finden, dass das Holz sich verändert, wenn scheinbar auch keine nachtheiligen Einflüsse vorhanden sind, so ist der Grund dieser Erscheinung in Substanzen zu suchen, welche der reinen Holzfaser fremd sind, dieselbe aber stets begleiten, nämlich in den Saftbestandtheilen, als einer wässerigen Lösung eiweissähnlicher Substanzen. Bei Anwendung des Holzes zu Landbauten, wo es geschützt gegen Hitze und Feuchtigkeit liegt, hat es fast nur einen Feind, den Holzwurm; wo es hingegen feucht liegt, wo kein Luftzug die Anhäufung der Zersetzungsprodukte hindert, gehen die eiweissähnlichen Körper der Saftbestandtheile in Fäulniss über und verändern hierbei die Faser, welche ihren Zusammenhang

*) 1 Gewichtstheil Alkohol giebt beim Verbrennen zu Kohlensäure und Wasser 7189 W.-E., Holzgeist dagegen nur 5307 W.-E.

verliert und zuletzt eine zerreibliche Masse wird. Man nennt diese Zersetzung die Fäulniss, das Vermodern oder Verstocken des Holzes. Hierbei erzeugt sich auf der Oberfläche der sogenannte Schwamm oder Holzschwamm. Diese wuchernden Pilze oder Schwämme (*Boletus destructor*, *Thelephora domestica* und *Cerulius vastator*) ziehen ihre Nahrung aus dem Holze und können in kurzer Zeit Gebäude vernichten. Diese Schwämme kündigen sich in ihrem Entstehen durch weisse, immer mehr und mehr sich vergrössernde, in ein graues Faserngeflecht übergehende Flecken an; im ausgebildeten Zustande haben sie das Aussehen einer korkähnlichen häutigen Masse, die meist von brauner Farbe ist, widerlich moderig riecht und gesundes Holz ansteckt.

Mehr als auf dem Lande leidet das Holz, das unmittelbar dem Einfluss des Seewassers ausgesetzt ist; hier ist aber der Bohrwurm der gefährlichste Feind. Dieses Thier, aus der Gattung der zweischaligen Weichthiere, bohrt sich in der Jugend mit dem vorn hornartigen Rüssel in das im Seewasser befindliche Holz (der Pfähle und Schiffe), wächst im Holz, wird bis 12 Zoll lang, vergrössert die gebohrte Röhre und füttert dieselbe mit Kalk aus. Die Bohrwürmer stammen aus den Meeren heisser Länder; die bekannteste Art, *Teredo navalis*, greift die unbeschlagenen Schiffe, Holzdämme und dergl. an, vermag sie ganz zu durchlöchern und grossen Schaden anzurichten. Mehrmals sind die Pfähle an den Dämmen Hollands durch die Bohrwürmer so beträchtlich beschädigt worden, dass die Ueberschwemmung des grössten Theils des Landes zu befürchten war. Wahrscheinlich in Folge des Klimas sind diese Thiere seltener geworden und finden sich nur noch vereinzelt in Venedig und an den holländischen und englischen Küsten.

Die Mittel, welche angewendet worden sind, um die Zerstörung des Holzes zu verhüten, beruhen:

1) auf der möglichsten Entfernung des Wassers aus dem Holze vor seiner Verwendung;
2) auf der Entfernung der Saftbestandtheile;
3) auf der chemischen Veränderung der Saftbestandtheile;
4) auf der Vererzung des Holzes oder der allmäligen Entfernung des Organischen.

Austrocknen des Holzes.

1) Ausgetrocknetes Holz erhält sich an einem trocknen Orte lange Zeit unverändert, zumal, wenn es bei starker Wärme bis zum Braunwerden getrocknet worden ist. Wenn das Holz aber einem feuchten Orte übergeben werden soll, muss es vor seiner Verwendung möglichst lufttrocken und sodann mit einer Substanz überzogen worden sein, die das Eindringen der Feuchtigkeit in das Holz verhindert. In dieser Weise wirken Firniss, Holz- und Steinkohlentheer.

Hutin und Boutigny's Methode.

Hutin und Boutigny gehen von der Ansicht aus, dass die Absorption von Feuchtigkeit und zerstörenden Agentien bei dem Holze stets von dem Hirn ausgehe und schlagen folgende Methoden vor, um die an der Hirnseite des Holzes mündenden Gefässe dauernd zu verstopfen. Man taucht das entsprechende Ende des Holzstückes (der Eisenbahnschwelle) in einen Kohlenwasserstoff, z. B. in Schieferöl, Mineralöl, Benzol u. s. w. und zündet diesen an. Nach dem Verlöschen taucht man das Ende 1—2 Zoll tief in eine Mischung von Pech, Theer und Gummilack und theert dann das Ganze wie gewöhnlich.

Entfernung der Saftbestandtheile.

Die Saftbestandtheile bedingen hauptsächlich die Fäulniss des Holzes und müssen vor der Verarbeitung aus dem Holze entfernt werden. In dieser Beziehung kann schon beim Fällen des Holzes viel gewirkt werden. Damit das Holz

die geringste Menge Saft enthalte, muss es in den Wintermonaten, spätestens im März gefällt werden. Bleiben die gefällten Stämme unentzweigt auf dem Platze liegen, so schlagen sie im Frühjahr aus, und der grösste Theil der Saftbestandtheile des Holzes dient zur Vegetation der Blätter. Es ist demnach zweckmässig, die Stämme erst nach dem Abwelken des Gipfels wegzufahren und dann wie gewöhnlich zu trocknen. Das Auslaugen des Holzes zur Entfernung der Saftbestandtheile wird vorgenommen, indem man das Holz in fliessendes Wasser legt und längere Zeit darin liegen lässt, oder es mit Wasser auskocht, oder es in einen dicht zu verschliessenden Kasten bringt, in welchen man einen Strom Wasserdampf leitet. Mit den Dämpfen wird zweckmässig das Theeren des Holzes verbunden, indem man gegen das Ende der Operation zu dem Wasser im Dampfkessel Steinkohlentheer fügt, dessen Dämpfe mit denen des Wassers zugleich in das Holz gelangen. In allen Fällen wird das Holz nachher getrocknet.

Chemische Veränderung der Saftbestandtheile.

Durch die chemische Veränderung sucht man die Saftbestandtheile in einen Zustand überzuführen, in welchem sie nicht faulen können. Zu diesem Zwecke sucht man die Oberfläche des Holzes als desjenigen Theiles, der zunächst der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, zu verkohlen oder was dasselbe bewirkt, mit concentrirter Schwefelsäure zu bestreichen. Bei einer anderen Klasse von Mitteln wird das Holz seiner ganzen Masse nach mit gewissen Stoffen imprägnirt, die sich entweder mit den Saftbestandtheilen verbinden, oder dieselben in irgend einer Weise verändern, so dass sie nicht mehr der Fäulniss fähig sind. Hierzu verwendet man kreosothaltige Flüssigkeiten, wie man sie bei der trocknen Destillation des Holzes, des Torfes, der Braunkohlen und der Steinkohlen erhält. Man hat vorgeschlagen die Luft aus dem Holze herauszupumpen und sodann die conservirende Substanz im flüssigen Zustande hineinzupressen. Von den Salzen, deren Lösung man zum Tränken des Holzes angewendet hat, seien erwähnt Chlornatrium in Wasser gelöst oder als Mutterlauge der Salinen und als Meerwasser, Chlorcalcium und Chlormagnesium. Sehr kräftige Conservationsmittel sind Eisenvitriol und holzessigsaures Eisenoxyd oder Zinkoxyd. M'Kyan schlug vor, das Holz mit Quecksilberchloridlösung zu tränken (kyanisiren). Nach Erfahrungen bei der Kyanisirung von Eisenbahnschwellen auf der Heidelberg-Mannheimer Bahn soll man

Hölzer von	0,25	Fuss Stärke		4	Tage
„ „	0,35—0,50	„	„	7	„
„ „	0,50—0,65	„	„	10	„
„ „	0,65—0,85	„	„	14	„
„ „	0,85—1	„	„	18	„

in eine Lösung legen, welche 1 Pfd. Quecksilberchlorid auf 200 Pfd. Wasser enthält. Die Kyanisirung beträgt 11 Kreuzer per Kubikfuss, was für Baden ungefähr die Hälfte des Kostenpreises beträgt. Erdmann hat aber durch sorgfältige Versuche das Unzureichende des Kyanisirens nachgewiesen. Für Eisenbahnschwellen ist am geeignetsten eine Lösung von Kupfervitriol oder eine Lösung von Chlorzink. Ihre Wirksamkeit scheint sich dadurch zu erklären, dass sich im Innern des Holzes durch Ausscheidung von basischem Salz und durch Verbindung mit Farbstoffen, Gerbsäure u. s. w. unlösliche, die Holzfaser einhüllende Verbindungen bilden. Das Behandeln des Holzes mit Chlorzink nennt man Burnettiren. Nach Payne wird das Holz zuerst mit einer Lösung von Schwefelcalcium und dann mit einer Lösung von Eisenvitriol imprägnirt, so dass sich im Innern des Holzes Schwefeleisen und Gyps ausscheiden. Denselben Zweck verfolgten Buchner und v. Eichthal durch Imprägniren des Holzes mit Eisenvitriol und nachheriges Behandeln mit einer Lösung

von Wasserglas, wodurch sich die Poren des Holzes mit kieselsaurem Eisenoxydul ausfüllen. Je nach der Natur der zum Imprägniren angewendeten Substanzen nennt man solches Holz mineralisirtes, metallisirtes, petreficirtes. Der in neuester Zeit gemachte Vorschlag, Hölzer dadurch zu conserviren, dass man sie mit unlöslichen Seifen, wie ölsaurer Thonerde, ölsaurem Kupferoxyd und dergl. imprägnirt, verdient alle Beachtung.

Boucherie's Methode. Um das Holz vollständig und bis in das Innere der Faser mit solchen Stoffen zu imprägniren, welche das Holz vor der Zerstörung schützen, und es überhaupt dauerhafter und cohärenter zu machen, als es durch blosses Eintauchen in die Lösung geschehen kann, benutzt Boucherie die Kraft, mit welcher der Holzsaft in einem Baume von der Wurzel in alle Theile des Baumes getrieben wird. Wenn man einen Baum fällt und mit dem unteren Ende in eine Lösung des Salzes stellt, so ist nach einigen Tagen das Gewebe bis auf das Mark von dem Salz durchdrungen. Durch Anwendung verschiedener Salze kann das Holz gefärbt werden. So lässt sich dasselbe blau färben, wenn es zuerst in eine Eisenlösung und dann in Blutlaugensalz gebracht wird. — Später hat man versucht, die gefällten Hölzer aufrecht zu stellen, und durch aufgesetzte trichterartige Säcke von getheerter oder mit Kautschuk überzogener Leinwand die Salzlösung hinein zu giessen, welche durch hydrostatischen Druck den Saft verdrängt und dessen Platz einnimmt.

Apelt's Methode. Apelt's Methode der Holzconservation beruht auf einer Vererzung des Holzes oder einer allmäligen Entfernung des Organischen. Es geschieht diese sogenannte Vererzung des Holzes durch Zusammenbringen desselben mit einer Kohle, die viel Strahlkies enthält, welcher durch Verwitterung in schwefelsaures Eisenoxydul übergegangen ist. In Folge der Eigenschaft der Kohle, Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen, sowie durch den auffallenden Regen löst sich der in der Kohle enthaltene Eisenvitriol auf, dringt allmälig und langsam in das Holz ein und imprägnirt dasselbe, wodurch mit der Zeit durch Bildung von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd eine Vererzung des Holzes erreicht wird. Ob, abgerechnet von der Wohlfeilheit, die natürliche Imprägnation in der That Vorzüge vor der künstlichen mit Eisenvitriol habe, müssen erst Versuche lehren.

Busse's Terresin. Meist handelt es sich bei der Conservation des Holzes um Eisenbahnschwellen. Es dürfte deshalb wohl nicht am unrechten Orte sein, das von Busse in Leipzig vorgeschlagene Ersatzmittel für das Holz, das Terresin zu erwähnen, das aus Steinkohlentheer, Kalk, Schwefel und grobem Sand besteht. Es giebt in Bezug auf Tauglichkeit der Asphaltmasse nichts nach und wird zur Pflasterung, zum Dachdecken, vorzüglich aber zur Anfertigung von Eisenbahnschwellen benutzt.

Der Kaffee.

Kaffeebohnen. Die Kaffeebohnen sind die Samen der *Coffea arabica*, eines immergrünen, 15—30 Fuss hohen Baumes aus der Familie der Rubiaceen, der in Abyssinien und Arabien einheimisch ist, und besonders in der Provinz Yemen in der Umgegend von Mokka cultivirt wird. Sie bestehen aus einer hornähnlichen Masse, die in dünnen Schnitten unter dem Mikroskop als ein Gewebe nebeneinander liegender, dickwandiger Zellen erscheint, das von unregelmässigen Höhlungen durchbrochen ist, welche durch kleine Canäle untereinander in Verbindung stehen. Die Bestand-

Chemischer Bestandtheile der Kaffeebohne. theile der Kaffeebohnen sind Fett (palmitin- und ölsaures Lipyloxyd), eiweissartige Körper (Albumin und Legumin), eine eigenthümliche Gerbsäure (Kaffeegerbsäure oder Chlorogensäure = $C_{14}H_8O_7$), Zucker, Pflanzenfaser oder Cellulose (bis zu 34 pCt.), ein ätherisches Oel, dass die Ursache des eigenthümlichen Geruches des rohen Kaffees ist, unorganische Bestandtheile (3,19—6,7 pCt.), und Caffeïn = $C_{16}H_{10}N_4O_4$, eine organische Base und der wirksame Bestandtheil der Kaffeebohnen. Das Caffeïn krystallisirt in farblosen, verfilzten, seidenglänzenden, elastischen Nadeln, die bei 177,8^0 C. schmelzen, sich bei 374,8^0 C. unzersetzt verflüchtigen, und sich theils in Form ausgebildeter Prismen, theils als eine feine weisse Wolle verdichten. Die Quantität des Caffeïn beträgt

im rohen Kaffee aus Ceylon, wild		0,8 pCt.
„ „	aus Plantagen	0,5 „

Rösten der Kaffeebohnen. Dem Gebrauche frischer Kaffeebohnen steht der zusammenziehende Geschmack und die hornartige Beschaffenheit der Bohnen im Wege, welche letztere die vollständige Extraction der löslichen Bestandtheile verhindert. Aus diesem Grunde pflegt man die Bohnen vor dem Gebrauche bis zu einem gewissen Grade zu erhitzen oder zu rösten. Während des Röstens geht in den Bestandtheilen der Bohnen eine wesentliche Veränderung vor; das Fett wird zum grössten Theile zerstört, die Gerbsäure und die Pflanzenfaser erleiden ebenfalls eine beginnende Zersetzung und der Zucker verwandelt sich in Caramel. Das Caffeïn dagegen erleidet durch das Rösten keine Zersetzung, sondern geht als solches in den Auszug der gerösteten Bohnen über. Der angenehme charakteristische Geruch der Bohnen gehört nicht einem einzigen Körper, sondern einem Gemenge der Produkte der trocknen Destillation mehrerer Bestandtheile der Kaffeebohnen an. Beim Rösten bis zur rothbraunen Farbe verliert Kaffee 15 pCt. an Gewicht. aber 100 Th. Kaffee nehmen, obwohl sie nach dem Rösten nur noch 85 wiegen, den Raum von 130 Th. Kaffee ein. Beim Rösten bis zur kastanienbraunen Farbe verlieren 100 Th. Kaffee 20 pCt.; das Volumen beträgt in diesem Falle das von 150 Th. ungebrannten Kaffee. — Da die wesentlichen Bestandtheile der gerösteten Kaffeebohnen in Caffeïn und Bereitung des Kaffees als Getränk. einem eigenthümlichen Aroma bestehen, letzteres aber durch längere Zeit fortgesetztes Kochen verflüchtigt wird, so ist das Uebergiessen des gemahlenen Kaffees mit siedendem Wasser dem Auskochen der Bohnen vorzuziehen. Der häufig in Vorschlag gebrachte Zusatz einer kleinen Menge doppelt kohlensauren Natrons zu dem Wasser, mit welchem der Kaffee ausgezogen werden soll, giebt keineswegs ein stärkeres, wohl aber ein dunkler gefärbtes Getränk, das aber nicht mehr den angenehmen Geschmack des reinen Kaffees besitzt.

Surrogate des Kaffee und ihr Werth. Als Surrogat für den Kaffee wendet man bekanntlich häufig die gerösteten Wurzeln von *Cichorium Intybus*, geröstete Gerste, geröstete Möhren und Runkelrüben, geröstete Eicheln u. s. w. an. Alle diese Stoffe enthalten kein Caffeïn und keine Kaffeegerbsäure, und erinnern nur durch ihren Gehalt an Caramel und anderen bitterschmeckenden Produkten an den ächten Kaffee. —

Der Thee.

Thee. Mit dem Namen Thee bezeichnet man die Blätter der Theestaude (*Thea sinensis*), einer Pflanze aus der Familie der Theeaceen, die in China, Japan, Indien und Brasilien cultivirt wird. Es giebt verschiedene Spielarten, welche zuweilen als *Thea viridis*, *T. bohea* etc. unterschieden werden, gegenwärtig aber

sämmtlich als zu einer Species gehörig erkannt worden sind, die nur durch Cultur, Boden und Klima ein etwas verändertes Ansehen erhalten hat. Der grüne Thee ist das unmittelbar getrocknete Blatt, der schwarze dagegen das nach einer vorhergegangenen gelinden Fermentation getrocknete Blatt der Theestaude. Die Bestand- Chemischer Bestand der Theeblätter. theile der Theeblätter sind ein narkotisch wirkendes, ätherisches Oel, (das übrigens mehr die Eigenschaften einer flüchtigen organischen Base, als die eines flüchtigen Oeles hat), etwas Wachs, Harz und Chlorophyll, Gerbsäure und Boheasäure, Gummi, eine eisenhaltige Substanz, Caseïn, mineralische Bestandtheile und Caffeïn (Theeïn). Die Menge des in verschiedenen Theesorten enthaltenen Caffeïns beträgt in folgenden Sorten

Gun-powdre	4,13 pCt.
guter schwarzer Thee	2,13 „

Theeaufguss. Bei dem Uebergiessen der Theeblätter mit heissem Wasser geht das ätherische Oel, die Gerb- und Boheasäure, das Gummi, das Caffeïn und eine kleine Menge der mineralischen Bestandtheile in den Aufguss über. Eine eiweissartige Substanz, das Caseïn, bleibt ungelöst zurück. — Es sind als Ersatzmittel für Surrogate für den Thee. den Thee verschiedene gerbsäurehaltige Vegetabilien wie Erdbeer- und Brombeerblätter, die Samen der wilden Rose, die Blätter verschiedener Camelien u. s. w. vorgeschlagen und benutzt worden. Da aber alle diese Substanzen caffeïnfrei sind, so können sie keineswegs den Thee ersetzen. Etwas Anderes ist es mit den in neuerer Zeit statt des Thees vorgeschlagenen Blättern des Kaffeebaumes, welche im getrockneten Zustande 1,26 pCt. Caffeïn enthalten.

Der Paraguay-Thee (Yerva Mate oder Mate) besteht aus den Blättern und Blattstielen von *Ilex paraguayensis*, einer staudenartigen Pflanze, die in Südamerika, namentlich in Paraguay und dem Innern von Brasilien in Wäldern und an Flussufern wächst. Die Blätter enthalten: Kaffeegerbsäure, Chlorophyll, Wachs, Albumin, ein flüchtiges Oel, ein gummiartiges Extract und 0,44 pCt. Caffeïn (nach Stahlschmidt); man benutzt den wässerigen Aufguss der Blätter in Paraguay, in La Plata, Peru und Quito, so wie in Neu-Granada, Columbien und Mexiko. Auch *Psoralea glandulosa* enthält Caffeïn (Psoraleïn).

Die Guarana, Quarana oder brasilianischer Cacao ist ein zusammenziehend schmeckendes Gewürz, das die Guarani-Indianer in Südamerika aus den Samen der *Paullinia sorbilis*, einer Sapindacee, bereiten, indem sie dieselben quetschen, etwas rösten und mit Wasser zu Kuchen formen. Eine kleine Quantität derselben mit Wasser und Zucker zerrieben, wird in Südamerika als erfrischendes Getränk genossen. Der wirksame Bestandtheil darin ist Caffeïn. Seine Menge beträgt 5,07 pCt.

Der Cacao.

Cacao. Die Cacaobohnen sind die Samen von *Theobroma Cacao*, einem Baume aus der Familie der Büttneriaceen, einer Abtheilung der Gruppe der Malvifloren, welcher im tropischen Amerika einheimisch, vielfach angebaut wird, besonders auf den Antillen, in Mexiko, Guatemala, Guiana, Venezuela, Caracas, ausserdem aber auch in Afrika und Asien. Die gurkenförmigen Früchte enthalten ein saftiges Mark und in diesem zahlreiche zusammengedrückte Samen. Die Früchte werden entweder in hölzernen Gefässen der Gährung unterworfen und an der Sonne oder am Feuer Chemischer Bestand der Cacaobohnen. getrocknet, oder auch so lange in die Erde gegraben, bis die breiartigen Theile durch Fäulniss abgesondert sind. Die Cacaobohnen bestehen aus 88 Th. Kernen und 12 Th. Schalen und enthalten Eiweiss, ein bei 40° schmelzendes Fett, die Cacaobutter, Gerbsäure, Legumin, Farbstoff und das Theobromin $C_{14} H_8 N_4 O_4$, ein Stoff, der mit dem Caffeïn grosse Aehnlichkeit hat (Caffeïn $C_{16} H_{10} N_4 O_4$ — $C_2 H_2$

= Theobromin $C_{14} H_8 N_4 O_4$). Die durchschnittliche Zusammensetzung der geschälten Cacaobohne ist:

Cacaobutter nebst der geringen Menge	Theobromin	56 pCt.
	Kleber etc.	17 „
	Stärke, Gummi	22 „
	Wasser	5 „
		100

Die Asche der Cacaobohnen beträgt 3,625 pCt. und besteht im Wesentlichen aus 37 Kali, 16 Magnesia und 40 Phosphorsäure.

Zubereitung der Cacaobohnen. Behufs der Zubereitung werden die Bohnen ähnlich dem Kaffee in eisernen Trommeln geröstet, damit die Feuchtigkeit verdunste und die Schalen so mürbe werden, dass sie sich zerbrechen lassen. Nach dem Rösten werden die Bohnen entschält und auf einem erwärmten Reibeapparat zu einem feinen Teig zerrieben, indem das Mehl der Samen mit der geschmolzenen Butter einen Brei bildet. Der Brei wird dann in Formen gebracht und darin zu Cacaomasse erkalten gelassen, oder vorher mit Zucker und Gewürz gemengt, in welchem Falle die Chocolade entsteht.

Der Tabak.

Der Tabak. Das zum Rauchen angewendete Material kommt von verschiedenen einjährigen Pflanzen aus dem Geschlecht *Nicotiana*, der Familie der Solaneen angehörig, die noch bis zum 50^0 nördliche Breite cultivirt werden, ursprünglich aber in den warmen Erdstrichen einheimisch sind. Die besten Tabaksorten sind die amerikanischen, namentlich die aus den südlichen Staaten Nordamerikas, Maryland, Virginien u. a., aus Varinas in der Provinz Orinoko, aus der Havanna auf Cuba, von Portorico u. s. w. Von den europäischen Tabaksorten sind zu erwähnen die holländischen, ungarischen, türkischen, französischen und Pfälzer Tabake. In Europa cultivirt man drei botanisch von einander verschiedene Arten des Tabaks. Sie sind:

1) der gemeine oder virginische Tabak (*Nicotiana tabacum*), mit grossen lanzettförmigen Blättern, welche dicht an dem Stengel stehen, sich in der Hälfte meist umbiegen, während die Rippen breit und mit spitz ablaufenden Nebenrippen versehen sind;
2) der Marylandtabak (*Nicotiana macrophylla*), mit breiteren und nicht so zugespitzten Blättern wie die des gemeinen Tabaks;
3) der Bauern- oder Veilchentabak (*Nicotiana rustica*) zeichnet sich durch seine eirunden, blasigen, mit längerem Stiele versehenen Blätter und durch seine grüngelben, kürzeren Blüthen von jeder anderen Art aus.

Die Güte des Tabaks ist abhängig vom Klima, von der Beschaffenheit des Bodens und des Samens, das Gedeihen der Pflanzen von der Lage der Felder etc. Nächst dem Weinstock giebt es wohl kein Bodenerzeugniss, bei welchem der Einfluss der Cultur ein so ganz enormer ist als beim Tabaksbau. Dieser Einfluss ist um so mehr in Betracht zu ziehen, als der Tabak in vielen Gegenden Deutschlands zu den Hauptquellen des Erwerbes und Wohlstandes gehört.

Nach neueren Untersuchungen enthält der Tabak folgende Körper:

Mineralbasen	Kali Kalk Magnesia Eisen- und Manganoxyd Ammoniak	Organische Base	Nicotin

Mineralsäuren	Salpetersäure Salzsäure Schwefelsäure Phosphorsäure	Organische Säuren	Aepfelsäure (Tabaksäure?) Citronensäure Essigsäure Oxalsäure Pektinsäure Ulminsäure
Andere Mineralkörper	Kieselerde Sand	Andere organische Körper	Nicotianin grünes und gelbes Harz Wachs oder Fett stickstoffhaltige Substanzen Cellulose

Chemischer Bestand der Tabaksblätter. Unter den Bestandtheilen der Tabaksblätter finden sich mithin als charakteristische drei, nämlich das Nicotianin, das Nicotin und die Tabaksäure. Das Nicotianin oder Tabakskampher ist eine fettartige Substanz, welche den angenehmen Geruch des Tabakdampfes und einen bittern, aromatischen Geschmack besitzt. Dieser Körper ist noch unvollständig untersucht. Der Ansicht der Tabakfabrikanten zufolge ist diejenige Tabakssorte die vorzüglichste, welche das meiste Nicotianin enthält*). Das Nicotin = $C_{10}H_7N$ ist eine organische Base und erscheint im reinen Zustande als farbloses Oel von betäubendem Tabaksgeruch und ätzendem Geschmack, das sich in Wasser, Weingeist, Aether und Oelen auflöst. Es ist, schon in kleiner Gabe eingenommen, ein tödtliches Gift. Die Quantität des Nicotins in den Tabaksblättern scheint zu der Quantität in keinerlei Beziehung zu stehen. Schloesing hat den Nicotingehalt mehrerer französischer und amerikanischer Tabaksorten ausgemittelt. Es enthalten nach ihm 100 Th. trockner entrippter Tabak aus:

	Nicotin:
dem Depart. Lot	7,96
„ „ Lot-et-Garonne	7,34
„ „ Nord	6,58
„ „ Ille-et-Vilaine	6,29
Pas de Calais	4,94
dem Elsass	3,21
Virginien	6,87
Kentuky	6,09
Maryland	2,29
Havanna . . . weniger als	2,0

(Trockner Schnupftabak enthält ungefähr 2 pCt. Nicotin, durchschnittlich im nicht getrockneten Zustande 33 pCt. Wasser, was den Nicotingehalt auf 1,36 pCt. herabdrückt.) Das Nicotin ist in dem Tabak in Form eines Salzes enthalten. Die charakteristische Säure des Tabaks ist die Tabaksäure $C_8H_4O_8$, die grosse Aehnlichkeit mit der Aepfelsäure hat und nach neueren Untersuchungen (vielleicht) mit ihr identisch ist. Ausser diesen Stoffen enthalten die Tabaksblätter eiweissartige Bestandtheile, Holzfaser, Gummi, Harz. Die Tabaksblätter sind sehr reich

*) Vielleicht ist das Nicotianin mit dem Cumarin, einem Stoffe identisch, der sich in den Tonkabohnen, im Waldmeister (*Asperula odorata*), im *Melilotus officinalis* und *Anthoxanthum odoratum*, so wie in den Fahamblättern (*Angraecum fragrans*) findet. Daher vielleicht auch instinktmässig die Anwendung der Tonkabohnen zum Aromatisiren des Tabaks und die des Melilotus zum Beimengen des Rauchtabaks, wie es in Ungarn häufig geschieht. Vielleicht hat die in der neueren Zeit ausserordentlich in Aufnahme gekommene, aber sorgfältigst geheim gehaltene Anwendung der aus Harn bereiteten Benzoësäure bei der Tabaksfabrikation den Zweck, ein Surrogat für den geringen Nicotianingehalt der schlechteren Tabaksorten abzugeben.

an mineralischen Bestandtheilen; die Quantität derselben beträgt 19—27 pCt. vom Gewicht der trocknen Blätter. Merz fand 23,33 pCt. Asche von einer Tabakssorte aus der Gegend zwischen Nürnberg und Erlangen. 100 Th. dieser Asche enthielten 26,96 Kali, 2,76 Natron, 39,53 Kalk, 9,61 Magnesia, 9,65 Chlornatrium, 2,78 Schwefelsäure, 4,51 Kieselerde, 4,20 phosphorsaures Eisenoxyd. In jeder Tabaksorte findet sich endlich auch salpetersaures Kali, dessen Menge jedoch zur Verbrennlichkeit des Tabaks in keiner Beziehung steht.

Tabakfabrikation. Man verlangt von einem guten Rauchtabak, dass sein Rauch einen angenehmen Geruch besitze und nicht knellere, auf der Zunge kein beissendes Gefühl hervorbringe, endlich nicht zu stark sei. Das frische getrocknete Tabaksblatt kann diesen Anforderungen nicht genügen, da es reich an eiweisshaltigen Bestandtheilen ist, die beim Brennen einen widrigen Geruch nach verbranntem Horn erzeugen, da ferner der grosse Gehalt an Nicotin Unbehaglichkeiten beim Rauchen hervorrufen würde. Der Zweck der Zubereitung der Tabakblätter ist demnach, die eiweisshaltigen Stoffe zu zerstören, den grossen Nicotingehalt herabzudrücken, das Parfüm des Tabaks zu entwickeln, und endlich den Blättern die zur Benutzung als Rauch- und Schnupftabak geeignete Form zu geben. Das Wesentliche bei der Zubereitung der Tabaksblätter ist eine bei 35⁰ vor sich gehende Gährung, durch welche die im feuchten Zustande auf Haufen geschlagenen Blätter den grössten Theil der eiweissartigen Bestandtheile verlieren, dagegen angenehm riechende, durch die Gährung entwickelte Fuselöle aufnehmen. Der Fabrikant kommt dem Gährungsprocess durch die sogenannte Sauce zu Hülfe, mit welchem Namen das Befeuchtungswasser der Blätter bezeichnet wird. Eine vollständige Theorie des Processes der Tabaksfabrikation ist zur Zeit nicht möglich.

Bei der Ernte des Tabaks legt man die Blätter zu 10—20 Stück übereinander, die Blätterhaufen werden an einen trocknen Ort gebracht, mit einem Tuch bedeckt und so lange liegen gelassen, bis sie anfangen zu schwitzen. Sodann hängt man die einzelnen Blätter zum Trocknen an Schnüren auf, wickelt dann um ungefähr 30 Blätter ein Blatt, um eine sogenannte Docke zu erhalten, und presst den Tabak in dieser Gestalt in grosse Fässer, in welchen sie sich etwas erwärmen. Darauf besprengt man die Blätter mit Salzwasser, und lässt sie, auf einander gelegt, bis zur Erwärmung liegen. Das Besprengen und Hinlegen wird so lange wiederholt, als der Tabak sich noch merklich erwärmt. Man trocknet ihn nun vollständig an der Luft, und presst ihn nicht selten auf mehrere Jahre in Fässer ein.

Rauchtabak. Behufs der Rauchtabaksfabrikation werden die Blätter sortirt, d. h. diejenigen Blätter zusammengebracht, die gleiche Farbe und gleiche Dicke haben. Nach dem Sortiren werden die dickeren Rippen ausgeschnitten (die Blätter entrippt), weil dieselben als wesentlich aus Holzfaser bestehend, beim Rauchen Holzrauch entwickeln würden. Sodann werden die Blätter saucirt oder gebeizt, d. h. mit einer besonders zubereiteten Sauce getränkt, die wesentlich aus Salzen (Kochsalz, Salpeter, Salmiak, salpetersaurem Ammoniak), zuckerhaltigen, weingeistigen und organisch-sauren, sowie gewürzhaften Substanzen besteht. Die Salze dienen zur Beförderung der Haltbarkeit und des langsameren Verbrennens, die übrigen Körper hauptsächlich zur Bildung jener angenehm riechenden Aether, die nicht unpassend mit der Blume des Weins verglichen worden sind. Die saucirten Blätter lässt man in Fässern gähren, sodann bei mässiger Wärme auf Horden trocknen und auf der Schneidemaschine zerschneiden. Der unzerschnittene gesponnene Tabak führt den Namen Rollentabak. Eine jetzt sehr beliebte Form des Rauchtabaks

ist die Cigarre, die aus der Einlage und dem Deckblatt besteht. Die Eigenschaft der Cigarren, durch das Ablagern an Güte zu gewinnen, scheint nicht sowohl auf dem vollständigeren Austrocknen, als vielmehr auf einer Art Nachgährung zu beruhen, durch welche die Güte beeinträchtigende Substanzen zerstört und andere, vortheilhaft einwirkende gebildet werden.

Beim Rauchen erhält der Rauchende ausser den Produkten der Verbrennung des Tabaks (Kohlensäure, Wasser und etwas Ammoniak) auch die Produkte der trocknen Destillation in den Mund, welche letztere dem Tabakrauche das Charakteristische geben. Eine genaue Kenntniss dieser Produktion geht uns zur Zeit noch ab, so viel ist aber ausgemacht, dass in dem Rauche die Dämpfe des Nicotianins und des Nicotin enthalten sind. Zeise fand als Bestandtheile des Tabakrauches ein eigenthümliches Brandöl, Buttersäure, Kohlensäure, Ammoniak, Paraffin, Brandharz, so wie wahrscheinlich etwas Essigsäure, ferner Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffgase. Es ist bemerkenswerth, dass Kreosot und phenylige Säure sich beim Rauchen des Tabaks durchaus nicht bilden; aus diesem Grunde ist vielleicht der Tabaksrauch weit weniger scharf, namentlich die Augen weit weniger angreifend, als der Holzrauch. Es wurde zur Untersuchung Portoriko verwendet. Die Untersuchung von Zeise, so genau sie auch ausgeführt zu sein scheint, lehrt uns doch den Träger des aromatischen Geruches vieler Sorten von Rauchtabak und Cigarren nicht kennen; es mag indessen wol sein, dass bei dem Tabak ähnlich wie bei dem Weine, diejenigen Stoffe, die gerade hinsichtlich des Geruches und Geschmackes die maassgebenden sind, durch chemische Operationen und Reactionen kaum nachgewiesen werden können. Auf jeden Fall sind in dem Tabakrauche gepaarte Ammoniake enthalten, so das Anilin (zu dessen Bildung während der trocknen Destillation die Bedingungen, phenylige Säure als Zersetzungsprodukt der Cellulose und Ammoniak reichlich vorhanden sind), dessen Geruch in sehr verdünntem Zustande eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit dem des Rauches guter Tabaksorten hat.

Die *Verbrennlichkeit* einer Tabaksorte steht in keiner Beziehung zum Salpetersäuregehalt, denn während der daran reiche Kentuky schlecht brennt, ist der daran arme Java, Maryland, brasilianische und ungarische Tabak leicht verbrennlich. Die Verbrennlichkeit des Tabaks in ihren verschiedenen Graden ist kürzlich von Schloesing zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht worden. Es hat sich dabei ergeben, dass der im Wasser lösliche Theil der Asche eines verbrennlichen Tabaks stets kohlensaures Kali enthält und zwar um so mehr, je verbrennlicher der Tabak ist; der Auszug der Asche von nicht verbrennlichem, d. h. verkohlendem Tabak enthält kein kohlensaures Kali, sondern nur schwefelsaures Kali und Chlorkalium. Ein nicht verbrennlicher Tabak wird verbrennlich, wenn man ihn mit der Lösung eines Kalisalzes einer organischen Säure (Aepfelsäure, Citronensäure, Oxalsäure, Weinsäure) behandelt und dann trocknet; ein verbrennlicher Tabak wird dagegen unverbrennlich, wenn man ihn schwefelsauren oder salzsauren Kalk, Magnesia oder Ammoniaksalz einverleibt. Der Grund davon scheint darin zu liegen, dass die Kalisalze der organischen Säuren beim Verkohlen eine voluminöse, wenig zusammenhängende und sehr poröse Kohle liefern, die leicht verbrennt, während die Kohle der Kalksalze der organischen Säuren, unter gleichen Verhältnissen gebildet, wenig voluminös und fest ist und nur schwierig verbrennt.

Schnupftabak. Die Blätter zur Fabrikation des Schnupftabaks werden auf ähnliche Weise sortirt und saucirt wie die zu Rauchtabak. Zur Bereitung der Sauce wendet man vorzugsweise Ammoniaksalze und aromatische Körper an. Die saucirten Blätter werden, nachdem sie eine erste Gährung durchgemacht haben, zu Carotten zusammengeschnürt und diese dann gemahlen (rappirt). Der rappirte Tabak wird gesiebt und dadurch in gröbere und feinere Sorten gebracht. Nach dem Sieben wird er angefeuchtet und häufig noch einer zweiten Gährung unterworfen. Im Schnupftabak ist das Nicotin (circa 2 pCt.) theils frei, theils als neutrales oder basisches (wahrscheinlich essigsaures) Salz vorhanden; das Ammoniak ist darin ebenfalls an eine Säure gebunden; beiden Salzen verdankt der Schnupftabak seine reizende Wirkung auf die Nasenschleimhaut.

Der Zweck der Gährung in der Schnupftabaksfabrikation scheint zu sein 1) die Bildung eines Fermentols oder einer Aetherart, welcher der Schnupftabak sein Aroma verdankt;

2) die Vernichtung eines Theiles ($^2/_3$) des Nicotins des Tabaks, ohne welche der Schnupftabak eine zu energische Wirkung auf den Organismus ausüben würde; 3) das Hervorrufen der alkalischen Beschaffenheit, bedingt durch die theilweise Zersetzung der organischen Säuren des Tabaks; 4) die Entwickelung des specifischen Tabakgeruches durch sich bildende Dämpfe von kohlensaurem Ammoniak (und wahrscheinlich Ammoniakbasen wie Aethylamin) und Nicotin; 5) die Umwandlung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Tabaks in Ammoniak, wodurch der Verlust an Ammoniak durch Verflüchtigung desselben ausgeglichen wird, und in schwarze Substanzen (Humuskörper), welchen der Schnupftabak seine dunkelbraune Farbe verdankt.

Aetherische Oele und Harze.

Aetherische Oele und Harze im Allgemeinen.

Die ätherischen Oele und Harze kommen meist fertig gebildet in der Natur vor. Die ersteren ertheilen den Pflanzen den ihnen eigenthümlichen Geruch. Das ätherische Oel findet sich in den Pflanzen in Zellen eingeschlossen, daher kommt es, dass der Geruch nach dem Zerquetschen der Pflanze deutlicher hervortritt. Zwischen den Fingern fühlen sie sich nicht fettig wie die fetten Oele, sondern rauh an. Eine grosse Anzahl ätherischer Oele hat die Eigenschaft, aus einer ammoniakalischen Silberlösung das Silber als einen Silberspiegel abzuscheiden, daher ihre Anwendung zur Spiegelversilberung (vergl. S. 238).

Darstellung der ätherischen Oele.

Die ätherischen Oele werden auf verschiedene Weise, meist aber dadurch erhalten, dass man die betreffenden Pflanzentheile mit Wasser destillirt. Obgleich der Siedepunkt dieser Oele weit über dem des Wassers liegt, so wird doch durch die Wasserdämpfe das ätherische Oel mit fortgerissen. Oele mit sehr hohem Siedepunkte pflegt man mit Kochsalz durch Destillation aus den Pflanzentheilen abzuscheiden. Zur Trennung des überdestillirten Oeles von dem mit übergegangenen

Florentiner Flasche.

Wasser bedient man sich der Florentiner Flasche (Fig. 193) einer gewöhnlichen Glasflasche, in deren Seitenwand nahe über dem Boden eine Sförmige gebogene Glasröhre eingeschmolzen ist, deren höchster Theil aber einige Zoll tiefer liegt, als die Mündung der Flasche selbst. Bei der Destillation füllt man die Flasche mit Wasser und stellt sie unter das Kühlrohr. Das zufliessende Wasser fliesst aus der Oeffnung des Sförmig gebogenen Rohres ab, sobald die Flüssigkeit in *a* ein gleiches Niveau mit *b* erreicht hat. Alles Oel sammelt sich auf dem Wasser bei *a* an und wird vermittelst einer Pipette oder eines Hebers abgehoben. Auf diese Weise gewinnt man das Anis-, Kamillen-, Kümmel-, Lavendel-, Pfeffermünz-, Nelken-, Zimmt-, Rosmarinöl u. s. w. Das Terpentinöl wird durch Destillation des Terpentins mit Wasser gewonnen.

Fig. 193.



Darstellung durch Auspressen.

Einige ätherische Oele, die in den betreffenden Pflanzentheilen in grossen Mengen enthalten sind, stellt man durch Auspressen dar, dies ist der Fall bei dem Citronen-, Bergamott-,

Unter Mitwirkung des Wassers.

Pomeranzen und Apfelsinenöl. Während die meisten ätherischen Oele schon durch den Vegetationsprocess entstanden sind, giebt es einige, die sich aus den Pflanzentheilen erst bei der Berührung und Destillation mit Wasser bilden. Zu diesen gehört das Bittermandelöl, das sich unter dem Einflusse des Wassers aus dem Amygdalin unter Mitwirkung einer eiweissartigen Substanz, der Synaptase oder des Emulsins bildet, ferner das Senföl, das man gegenwärtig auch durch Destillation von Jodpropyl mit Schwefelcyankalium darstellt u. s. w. Gewisse

Ausziehen mittelst fetter Oele. ätherische Oele, die nur in sehr geringer Menge vorhanden sind, zieht man durch Digestion der Vegetabilien mit fettem Oele aus; auf diese Weise extrahirt man Jasmin, Veilchen, Hyacinthen u. s. w. Die ätherischen Oele sind im Wasser

Eigenschaften der ätherischen Oele und Anwendung derselben. etwas löslich; solche Lösungen bilden die destillirten Wässer der Pharmaceuten; einige derselben, wie das Orangenblütenwasser (*Eau de fleurs d'oranger*) und das Bittermandelwasser finden ausserdem in der Parfümerie und in der Kochkunst Anwendung. Die ätherischen Oele sind in Alkohol löslich und zwar in um so grösserer Menge, je mehr das Oel Sauerstoff enthält. Auf dieser Eigenschaft beruht ihre Anwendung in der Parfümerie und in der Liqueurfabrikation.

Parfümerie. Die Parfümerie beschäftigt sich mit der Darstellung von riechenden Wässern (*Esprits, eaux de senteur*), Pommaden, Crêmes u. s. w. Die riechenden Wässer bestehen aus einer Lösung verschiedener ätherischer Oele in Alkohol. Der dazu angewendete Alkohol muss fuselfrei und ohne allen fremden Beigeruch, die ätherischen Oele von bester Qualität sein. Es ist am passendsten, die Oele nur in dem Alkohol zu lösen und die Lösung monatelang vor dem Gebrauche lagern zu lassen. Die früher gebräuchliche Destillation ist nicht nur nicht nothwendig, sondern auch sogar nachtheilig, da des höheren Siedepunktes wegen ein Theil der ätherischen Oele in der Destillirblase zurückbleibt. Die *Eau de mille fleurs* wird dargestellt durch Auflösen von 60 Gr. Perubalsam, 120 Gr. Bergamottöl, 60 Gr. Nelkenöl, 15 Gr. Neroliöl, 15 Gr. Thymianöl in 9 Liter Alkohol und Zusatz von 4 Litern Orangeblütenwasser und 120 Gr. Moschustinctur, die man durch Digestion von 15 Gr. Zibeth und 75 Gr. Moschus mit 2 Litern Alkohol dargestellt hat. — *Eau de Cologne* erhält man durch Auflösen von 32 Gr. Orangeschalenöl, einer gleichen Menge Bergamottöl, Citronenöl, *Essence de Limette*, *Essence de petits grains* 16 Gr., *Essence de Cedro*, einer gleichen Menge *Essence de Cedrat*, *Essence de Portugal*, 8 Gr. Neroliöl und 4 Gr. Rosmarinöl in 6 Litern Alkohol. — In der neueren Zeit hat man auch künstlich dargestellte ätherische

Chemische Parfums. Oele in der Parfümerie angewendet, so eine alkoholische Lösung von essigsaurem Amyloxyd unter dem Namen Birnöl (*pear-oil*), valeriansaures Amyloxyd als Aepfelöl (*apple-oil*), buttersaures Amyloxyd als Ananasöl (*pine apple-oil*), pelargonsaures Aethyloxyd als Quittenöl. Als künstliches Bittermandelöl kommt Nitrobenzol $\left(C_{12}\left\{\begin{matrix}H_5\\NO_4\end{matrix}\right.\right)$ vor, das im minder reinen Zustande als *Essence de Mirbane* bezeichnet und in Paris und London in grosser Menge dargestellt wird. — Die Pommaden stellt man gewöhnlich aus Rindsmark oder aus Schweinefett dar, indem man dieselben schmilzt und während des Erkaltens einige Tropfen des ätherischen Oeles hinzurührt. In der Provence extrahirt man die frischen Blumen mit geschmolzenem Schweinefett. Häufig stellt man Pommaden und Crêmes aus Wachs, Wallrath und Mandelöl, und Schlagen der geschmolzenen Masse mit Wasser dar.

Liqueurfabrikation. Der Zweck der Liqueurfabrikation ist, Branntwein durch Zusatz von Zucker und aromatischen Körpern in ein dem Gaumen angenehmeres Getränk zu verwandeln. Man unterscheidet feine Liqueure (Rosoglio) und ordinäre (Aquavite), je nachdem zu ihrer Herstellung vorzüglich reine Materialien angewendet worden sind oder nicht. Die mit viel Zucker versetzten ölartigen Liqueure heissen Crêmes, die mit ausgepressten Fruchtsäften, Zucker und Weingeist dargestellten Ratafia.

Die Basis der Liqueurfabrikation ist ein völlig fuselfreier Weingeist oder Branntwein; die Vegetabilien, welche man zur Darstellung der Liqueure benutzt, lassen sich in drei Abtheilungen bringen. Die erste Abtheilung umfasst Pflanzensubstanzen, die nur wegen ihres Gehaltes an ätherischem Oele Anwendung finden wie Kümmel- und Anissamen, Wachholderbeeren, Pfeffermünze, Citronenschalen, Orangeblüten und bittere Mandeln. Ueber diese Substanzen wird der Branntwein abdestillirt. Häufig wendet man indessen jetzt, anstatt den Branntwein zu destilliren, Lösungen der käuflichen ätherischen Oele (Kümmelöl, Anisöl etc.) in Weingeist an und nennt das letztere Verfahren die Fabrikation auf kaltem Wege.

Die zweite Abtheilung enthält diejenigen Vegetabilien, die sowohl wegen des ätherischen Oeles, als auch wegen ihres Gehaltes an bitteren aromatischen Stoffen Anwendung finden, es sind dies z. B. die Wurzeln des Calmus, Enzian, Zittwer, Orangenschalen, unreife Pomeranzen, Wermuth, Nelken, Zimmt, Vanille. Diese Pflanzensubstanzen werden mit Branntwein oder Spiritus übergossen entweder in der Kälte macerirt oder bei 60—50° digerirt (aber nicht destillirt). Der Auszug führt den Namen Tinctur.

Die dritte Abtheilung umfasst diejenigen Früchte, deren Saft zur Fabrikation der Ratafia Anwendung findet; hierzu gehören Kirschen, Ananas, Erdbeeren, Himbeeren u. s. w. Der Saft dieser Früchte wird mit Spiritus versetzt und versüsst. — Zum Versüssen der Liqueure wendet man eine Auflösung von 4 Pfund Zucker in einer Maass Wasser, die vorher aufgekocht und mit Eiweiss geklärt worden ist, an. Es ist rathsam, die Zuckerlösung siedend mit der weingeistigen Flüssigkeit zu mischen. Der Procentgehalt an Alkohol, den man den Liqueuren giebt, ist 46 bis 50 pCt.

Um die Liqueure für das Auge angenehm zu machen, ertheilt man ihnen häufig eine Färbung, und zwar roth durch Sandelholz und Cochenille, gelb durch Safflor, Ringelblumen und Curcuma, blau durch Indigtinctur, grün durch Mischen von gelb und blau, violett durch roth und etwas blau. Die durch Digestion dargestellten Liqueure färbt man zuweilen durch gebrannten Zucker (Caramel) dunkler braun.

Die Crêmes enthalten auf die Maass Flüssigkeit etwa 1 Pfund Zucker. Als Beispiel sei angeführt der Maraschino (4 Maass Himbeerwasser, $1^3/_4$ M. Orangenblütwasser, $1^1/_2$ M. Kirschwasser, 18 Pfund Zucker, 9 M. Weingeist von 89—90 pCt.).

Die Liqueure sind den Crêmes sehr ähnlich, enthalten aber etwas weniger Zucker; Englisch Bitter (5 Loth das Gelbe der Pomeranzenschalen, 6 Loth Chinarinde, 6 L. Enzian, 8 L. Cardobenedictenkraut, 8 L. Tausendgüldenkraut, 8 L. Wermuth, 4 L. Veilchenwurzel mit 54 Maass Branntwein von 50 pCt. digerirt, die Tinctur versetzt mit 12 Pfd. Zucker); Kirschen (20 Maass Kirschsaft, 20 M. Spiritus von 85 pCt., 30 Pfd. Zucker); gewöhnlich setzt man noch 4—8 Loth Bittermandelwasser hinzu; Pfeffermünze ($2^1/_2$ Loth Pfeffermünzöl aufgelöst in 1 M. Spiritus von 80 pCt., die Lösung gesetzt zu 54 M. Spiritus von 72 pCt., versüsst mit 60 Pfd. Zucker, der aufgelöst worden in 26 M. Wasser; wird durch Indigotinctur und Curcuma grün gefärbt).

Harze. Die ätherischen Oele haben die Eigenschaft, sich an der Luft, oder auch in der Pflanze selbst zu verdicken und dadurch in einen neuen Körper überzugehen, welchen man Harz nennt. Man findet die Harze im Pflanzenreiche sehr häufig. Einige derselben, wie das Harz der Coniferen, fliessen in Verbindung

mit dem ätherischen Oele von selbst aus und erhärten an der Luft. Andere Harze stellt man durch Ausziehen der betreffenden Pflanzentheile mit Alkohol und Verdampfen des Auszugs zur Trockne, oder durch Fällen des alkoholischen Auszugs mit Wasser dar. Man theilt die Harze ein in Weichharze oder Balsame und in die Hartharze. Die Weichharze sind Lösungen der Harze in ätherischen Oelen, zu ihnen rechnet man den Terpentin, den Perubalsam; zu den Hartharzen den Bernstein, das Anime, den Copal, das Dammarharz, den Mastix, den Schellack, die Benzoë und den Asphalt. An die Harze schliessen sich die Schleimharze an, welche in Folge von Einschnitten als dicke milchige Säfte aus den Pflanzen ausfliessen; sie sind meist von sehr starkem Geruch und unterscheiden sich von den Harzen dadurch, das sie, mit Wasser zusammengerieben, eine trübe milchige Flüssigkeit geben. Zu den Schleimharzen gehören die Asa foetida, das Gummi-Guttä u. s. w., den Beschluss dieser Klasse von Körpern machen das Kautschuk und die Gutta Percha.

Anwendung der Harze als Siegellack.

Das Siegellack besteht wesentlich aus Schellack, zu welchem man etwas Terpentin gesetzt hat, um es schmelzbarer und weniger zerbrechlich zu machen. Zu dem rothen und wenig gefärbten Siegellacke wendet man möglichst farbloses Gummilack an, während man zu den dunklen und schwarzen Sorten des Siegellacks das gefärbteste Gummilack setzt. Ausser dem Schellack und dem Terpentin gehört zur Zusammensetzung der Siegellacke noch ein Zusatz von erdigen Körpern, welcher nicht nur das Gewicht der Masse vermehren soll, sondern auch den Zweck hat, dem zu schnellen Abtropfen und Rinnen der Siegellacke Einhalt zu thun. Man nimmt Kreide, Magnesia, gebrannten Gyps, Zinkweiss, neuerdings auch Barytweiss. Um fugenfreies rothes Siegellack darzustellen, schmilzt man in einer eisernen Pfanne 4 Th. Gummilack über gelindem Kohlenfeuer und setzt dann ein Theil venetianischen Terpentin und 3 Th. Zinnober unter fortwährendem Umrühren hinzu. Gewöhnliche rothe Siegellacke stellt man dar aus:

	1.	2.	3.	4.
Schellack	550	620	550	700
Terpentin	740	680	600	540
Kreide oder Magnesia	300	200	—	—
Gyps oder Zinkweiss	200	—	—	—
Barytweiss	—	100	380	300
Zinnober	130	220	340	300
Terpentinöl	—	—	—	20

Wenn die Masse abgekühlt ist, so rollt man sie auf einer Marmortafel zu Rollen aus oder giesst sie in Messingformen. Einige Sorten Siegellack pflegt man zuweilen mit Benzoë, Storax oder Perubalsam wohlriechend zu machen. Die verschieden gefärbten Sorten stellt man dar, indem man den Zinnober durch Kobaltultramarin, chromsaures Bleioxyd, gebranntes Elfenbein u. s. w. ersetzt. Die marmorirten Lacke werden durch Malaxiren verschiedenartig gefärbter Massen erzeugt. Zu den geringeren Siegellacksorten und zu dem sogenannten Packlack nimmt man anstatt des Zinnobers Mennige und zuweilen auch rothes Eisenoxyd; das Gummilack wird bei diesen Sorten durch ein Gemenge von Colophonium und gepulvertem Gyps oder Kreide ersetzt.

Asphalt.

Asphalt (Erdharz, Judenpech) ist ein schwarzes glänzendes, zerbrechliches Harz, das wahrscheinlich durch allmälige Oxydation von Steinöl entstanden ist und in grosser Menge auf der Insel Trinidad an der Nordküste von Südamerika vor der Mündung des Orinoco, auf dem todten Meere schwimmend, in

Frankreich, in der Schweiz u. s. w. gefunden wird. Es löst sich wenig in Alkohol, leicht in Steinöl, Terpentinöl, Benzol und Photogen. Man benutzt es zu schwarzem Lack, zum Aetzgrund für Kupferstecher, als dunkelbraune Lasurfarbe in der Oelmalerei etc. Man verwendet den Asphalt ferner mit Kalk und Sand gemischt zur Pflasterung, deren Dauerhaftigkeit und Vorzüge sich darauf gründen, dass die Masse ungeachtet der grossen Entzündlichkeit des Asphalts wegen des Zuschlags bei Feuersbrünsten nicht anbrennt, und dass dieselbe durch den Zuschlag hinreichend elastisch ist, um sich bei starker Hitze ausdehnen und bei starker Kälte wieder zusammenziehen zu können, ohne zu springen. Zur Asphaltpflasterung nimmt man Erdharzkitt von Seyssel (*mastix bitumineux*)*), brennt denselben in Pfannen zu Staub und mengt das Pulver mit Sand, dass auf 30—40 pCt. Kalk in der Mischung 20 bis 40 pCt. Asphalt kommen. Vor der Anwendung wird die Masse geschmolzen und auf die Stelle, die gepflastert werden soll, ausgegossen, mit einer eisernen Schiene geebnet, mit heissem Sande überstreut und mittelst eines Bretes ebengeschlagen. Anstatt des Asphaltpflasters hat man und zwar mit vielem Erfolg das von Busse erfundene Terresin angewendet.

Gegenwärtig wird der grösste Theil des Asphalts, der in der Firniss- und Lackbereitung Anwendung findet, durch Eindicken des Theeres der Gasfabriken erhalten.

Kautschuk. Das Kautschuk oder das elastische Gummi (Caoutchuk, Federharz, Gummi elasticum) wird in den Milchsäften vieler Pflanzen, namentlich der Urticeen, Euphorbiaceen und Apocyneen angetroffen. In grösserer Menge findet es sich im Milchsaft der *Siphonia cahucu*, woraus man es in Südamerika darstellt. Das ostindische wird von *Urceola elastica* erhalten. Ausserdem findet es sich noch in *Ficus religiosa* und *F. indica*. Man gewinnt das Kautschuk, indem man Einschnitte in die Bäume macht und mit dem ausfliessenden rahmähnlichen zähen Milchsaft wiederholt Thonfiguren von Thieren, Nachbilder des menschlichen Fusses und birnförmige Körper etc. überzieht. Nachdem der Saft an der Sonne oder über Feuer getrocknet worden ist, wird der Thon durch Klopfen oder durch Aufweichen in Wasser entfernt. Das zurückbleibende Kautschuk hat die Gestalt der Thonform, meist die von Flaschen oder Beuteln, häufig auch die von Platten. Letztere führen den Namen Gummispeck. Das Kautschuk ist im zusammenhängenden Zustande durchsichtig, in dünnen Lagen weiss, in dicken etwas gelblich. Es hat keine Spur von faseriger Textur, ist vollkommen elastisch und wird beim Ausziehen unklar und faserig. In der Kälte wird es fest und ist dann schwierig biegsam, aber nicht spröde. Sein spec. Gewicht ist 0,925. Durch heisses Wasser und durch Wasserdampf wird das Kautschuk weiss, ausserdem aber nicht verändert. In Weingeist ist es unlöslich. Durch Chlor, verdünnte Säuren, durch Alkalilaugen wird es nicht verändert, durch concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure dagegen schnell zerstört. Wenn man stark ausgedehntes Kautschuk einige Minuten in kaltes Wasser taucht, so ist es nach dem Herausnehmen aus dem Wasser unelastisch, erlangt aber beim Tauchen in bis auf 45° erwärmtes Wasser seine frühere Elasticität wieder. Beim Erwärmen wird

*) Zu Seyssel im Departement Ain findet sich Kalkstein, der bis zu 18 pCt. mit Asphalt durchdrungen ist. Aus diesem Kalkstein stellt man zu Seyssel den Erdharzkitt auf folgende Weise dar: Man zieht mittelst siedenden Wassers den Asphalt aus, mengt 7 Th. des so erhaltenen Asphalts in 90 Th. gepulverten, asphalthaltigen Kalkstein und mahlt die trocken gewordene Masse. Aehnliche Asphaltsteine finden sich zu Limmer bei Hannover, zu Lobsann im Departement des Niederrheins, zu Val de travers im Canton Neufchatel.

das Kautschuk weicher, schmilzt bei ungefähr 200° zu einer schmierigen Masse, die nach dem Erkalten nicht wieder fest wird. Bei Zutritt der Luft erhitzt, brennt es mit leuchtender und russender Flamme. Im erwärmten Zustande lässt sich das Kautschuk mit Schwefel und anderen Körpern zusammenkneten, wodurch es in vulkanisirtes und hornisirtes Kautschuk übergeführt werden kann. Bei der trocknen Destillation erhält man aus dem Kautschuk Oele, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen (Kautscheen, Heveen u. s. w.), und sich besonders als Auflösungsmittel für Kautschuk eignen. Der Kautschuk besteht aus $C_8 H_7$ (in 100 Th. aus 87,5 Kohlenstoff und 12,5 Wasserstoff); sehr wahrscheinlich ist es aber ein Gemenge verschiedenartiger Verbindungen. Das Kautschuk verbindet sich mit dem Schwefel und bildet damit das vulkanisirte Kautschuk (s. unten).

Lösungsmittel des Kautschuk. Das Kautschuk löst sich in weingeistfreiem Aether, in den durch trockne Destillation des Kautschuks entstehenden Oelen, in einem ähnlichen, welches sich bei der Destillation der Steinkohlen bildet, in gereinigtem Terpentin- und Steinöl und in Schwefelkohlenstoff. Die Lösung in Aether ist in technischer Beziehung nicht brauchbar, weil sie so wenig Kautschuk enthält, dass sie eine kaum bemerkbare Menge desselben hinterlässt. Mit Terpentinöl findet weniger ein Auflösen, als ein Aufquellen des Kautschuks statt; um die Klebrigkeit der Oberfläche dieser Lösung zu beseitigen, stellt man aus 1 Th. Kautschuk und 11 Th. Terpentinöl einen dünnen Brei her und rührt in diesen $^1/_2$ Th. einer heissen concentrirten Lösung von Schwefelkalium (KS_5) in Wasser ein; die so erhaltene gelbe Flüssigkeit hinterlässt das Kautschuk vollkommen elastisch und nicht klebrig. Die Lösung in Steinkohlentheeröl (sogenanntem Benzol) eignet sich vorzugsweise, um Stücke Kautschuk zu vereinigen; leider hängt solchen Gegenständen der unangenehme Geruch des Oeles lange Zeit an. Das vorzüglichste Lösungsmittel ist unstreitig der Schwefelkohlenstoff; diese Lösung trocknet äusserst schnell ein und hinterlässt das Kautschuk unverändert und geruchlos. Wird dem Schwefelkohlenstoff eine kleine Menge Alkohol beigemengt, so wirkt er nicht mehr auflösend auf Kautschuk, dagegen bewirkt er eine solche Aufschwellung und Erweichung desselben, dass es in diesem Zustande leicht vulkanisirt und gut verarbeitet werden kann.

Verarbeitung und Anwendung des Kautschuk. Das Kautschuk dient zum Auswischen der Bleistiftstriche, zum Wegnehmen von Schmutz auf Papier, zur Darstellung von Platten, Fäden, Schnüren, Röhren, zur Fabrikation wasserdichter Zeuge, zu Kitt und zur Darstellung von vulkanisirtem und hornisirtem Kautschuk.

Vulkanisirtes Kautschuk. Wenn man Kautschuk längere Zeit in geschmolzenen Schwefel taucht, so geht eine Art von Cementation vor sich, das Kautschuk nimmt Schwefel auf und verwandelt sich dadurch in eine gelbliche, ausserordentlich elastische Masse, in das vulkanisirte Kautschuk, welches von Lüdersdorff und Hancock erfunden worden ist und in der neuesten Zeit die ausgedehnteste Anwendung gefunden hat. Es hat folgende Eigenschaften: es behält seine Elasticität und Weichheit selbst bei niederer Temperatur bei, während das gewöhnliche Kautschuk schon bei 3° hart und steif wird; es wird durch die gewöhnlichen Lösungsmittel des Kautschuks nicht angegriffen; es widersteht endlich dem Zusammendrücken in hohem Grade. Das ältere Verfahren zum Vulkanisiren besteht darin, dünne Platten von Kautschuk in geschmolzenen, bis auf 120° erhitzten Schwefel zu tauchen, 10—15 Minuten darin zu lassen (wodurch sich das Gewicht des Kautschuks um 10—15 pCt. vermehrt), sodann zwischen Cylindern tüchtig durchzukneten und endlich noch bis auf 150° zu erhitzen. Um das Effloresciren von Schwefel zu vermeiden, das bisweilen auf dem nach dieser Methode vulkanisirten Kautschuk vorkommen soll, ist vorgeschlagen

worden, das auf 100—120° erhitzte Kautschuk durch Kneten mit Kermes (rothem Schwefelantimon, SbS_3), oder einer Mischung von Schwefel mit Schwefelarsenik zu vulkanisiren. Die jetzt häufig angewendete Methode des Vulkanisirens ist die von Parkes in Birmingham, nach welcher man das Kautschuk in ein Gemenge von 40 Th. Schwefelkohlenstoff und 1 Th. Schwefelchlorür (vergl. S. 196) taucht und dasselbe sodann in einer bis auf 21° erwärmten Kammer aufhängt, bis aller Schwefelkohlenstoff verraucht ist. Darauf lässt man das Kautschuk zur Entfernung des nicht chemisch gebundenen Schwefels in einer aus 500 Grm. Aetzkali und 10 Lit. Wasser bestehenden Flüssigkeit sieden und wäscht dann, bis das ablaufende Wasser nicht mehr alkalisch reagirt. H. Gaultier de Claubry (1860) vulkanisirt Kautschuk mittelst Chlorkalk und Schwefel. Mischt man trocknen Chlorkalk mit Schwefelblumen, so giebt sich die sofort eintretende Reaction durch einen Geruch nach Chlorschwefel zu erkennen. Hat man Schwefel und Chlorkalk, ohne zu reiben, blos gemischt, und ist Schwefel im Ueberschusse angewendet, so kann man mit dem Produkt Kautschuk vulkanisiren. In auf diese Weise vulkanisirtem Kautschuk, welches in der That, wie das vorhergehende Verfahren, auf die Anwendung von Kautschuk zurückkommt, findet sich Chlorcalcium. Ob de Claubry's Verfahren je Anwendung gefunden hat, ist zu bezweifeln. Das Verfahren von Gérard besteht darin, das zu vulkanisirende Kautschuk 2—4 Stunden lang in eine Lösung von Fünffach-Schwefelkalium von 25—30° B. bei einer Temperatur von 150° (5 Atmosphären Druck entsprechend) zu bringen. Der Kautschuk wird hierbei vollständig vulkanisirt und nach dem Waschen erscheint seine Oberfläche glatt und fühlt sich sammetähnlich an. Leider lässt sich dieses Verfahren nur auf kleine und dünne Kautschukgegenstände anwenden. Eine Säuerung des Kautschuks ist hierbei nicht zu befürchten. Das auf diese Weise vulkanisirte Kautschuk sieht schwarz aus und färbt nicht ab, wie das durch Eintauchen in Schwefel dargestellte. Die zu vulkanisirenden Gegenstände werden zuerst aus gewöhnlichem Kautschuk fertig gemacht, weil das vulkanisirte Kautschuk nicht klebt, auch nicht mit gewöhnlicher Kautschuklösung zusammengeklebt werden kann. Man benutzt das vulkanisirte Kautschuk zu wasserdichten Gefässen, zu Flaschen zur Aufbewahrung des Aethers, zu Buchdruckerwalzen, zu Gasleitungsröhren, zu Spritzenschläuchen, zu biegsamen Pfeifenröhren, zu Cigarrenspitzen, zu Eisenbahnpuffern, anstatt der bisher gebräuchlichen Wagenfedern, zu Billardbanden u. s. w.

Hornisiren des Kautschuks. Was seit dem Jahre 1852 unter der Benennung hornisirtes Kautschuk oder Ebonit vorkommt, ist eine von Goodyear entdeckte Modification des vulkanisirten Kautschuks, die sich durch braunschwarze oder auch schwarze Farbe, eine dem Horn oder Fischbein fast gleichkommende Härte und Elasticität auszeichnet und deshalb zu ganz andern Artikeln geeignet ist als das gewöhnliche vulkanisirte Kautschuk, z. B. zu Kämmen aller Art, zu Schirmgriffen und Stockknöpfen, zu Spazierstöcken, Schirmrippen, Planchettes, die aber in Bezug auf Elasticität und Steife dem Fischbein nicht gleichkommen, Federhaltern, Messerheften, Furnieren für Möbelbekleidungen, Stethoskopen, Hörröhren, Flöten und anderen Blasinstrumenten, Winkeln und Linealen, Schreibfedern u. s. w. u. s. w.

Die Bereitung des hornisirten Kautschuks ist die nämliche wie die Fabrikation von vulkanisirtem Kautschuk. Die hornähnliche Beschaffenheit lässt sich zwar schon durch Steigerung des Schwefelzusatzes (auf 100 Th. Kautschuk 30—60 Theile Schwefel) ohne andere Beimischungen erreichen; je mehr Schwefel incorporirt wird, desto grösser ist die Härte und desto geringer die Elasticität der Masse, das vulkanisirte Kautschuk jedoch verträgt Zusätze von fremdartigen pulverförmigen Stoffen, welche dessen Härte vermehren, theils auch die Farbe verändern und wohlfeilere Compositionen herzustellen gestatten. Zu den Zusätzen, welche die Härte und Elasticität des Produktes erhöhen, gehören Gutta Percha und Schellack, zur zweiten Klasse gehören Kreide, Schwerspathpulver, Barytweiss, Gyps, gebrannte Magnesia, Thon, erdige Farbstoffe, Schwefelantimon, Schwefelblei, Schwefelzink,

Asphalt aus Steinkohlentheer u. s. w. Der Zusatz beträgt bisweilen bis zu 80 pCt. der Masse. Das hornisirte Kautschuk zeichnet sich durch einen hohen Grad von Politurfähigkeit aus und besitzt vor dem Horn, namentlich in seiner Benutzung zu Kämmen und ähnlichen Gegenständen, den Vorzug, dass es beim Reinigen im warmen Wasser nicht wie das Horn rauh wird, auch nach längerem Gebrauche seine Elasticität beibehält.

Gutta Percha. Die Gutta Percha oder das plastische Gummi (Gummi plasticum, Tubangummi, Gettaniagummi) ist ein dem Kautschuk in vieler Beziehung ähnlicher eingetrockneter Milchsaft der *Isonandra Gutta*, eines an den Ufern der Meerenge von Malacca, Borneo, Singapore und den benachbarten Gegenden wachsenden Baumes. Zur Gewinnung der Gutta Percha macht man Einschnitte in die Bäume, oder fällt und schält dieselben; der ausfliessende Milchsaft wird in Trögen und in Gruben, oder auf Blättern des Bananenbaums aufgesammelt und coaguliren gelassen. Die einzelnen Stücke der Gutta Percha werden in heissem Wasser erweicht und dann durch Pressen zu einem Ganzen vereinigt. Die rohe Gutta Percha erscheint, so wie sie in den Handel kommt, als eine trockne, röthlich marmorirte Masse, die zusammengeballten Lederschnitzeln nicht unähnlich ist. Sie enthält viele Unreinigkeiten, Sand, rothe Substanz, Rindentheile u. s. w. Die reine Gutta Percha ist fast weiss; die braune Farbe wird durch quellsatzsaure Salze von Magnesia, Ammoniak, etwas Kali und Spur von Manganoxydul verursacht. Die Gutta Percha ist ein Gemenge mehrerer sauerstoffhaltiger Harze, die Oxydationsprodukte eines Kohlenwasserstoffes von der Formel $C_{40} H_{60}$ zu sein scheinen. Payen fand die Gutta Percha bestehend aus reiner Gutta 75—80 Th., einem weissen krystallisirbaren Harz, Alban, 14—16 Th. und einem gelben amorphen Harz, Fluavil, 4—6 Th. Vor der Verarbeitung wird die Gutta Percha durch Erweichen, Kneten zwischen Walzen und Pressen gereinigt. Die gereinigte Masse erscheint von brauner Farbe, ist in dicken Stücken undurchsichtig und in dünnen Blättchen wie Horn durchscheinend. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sie zähe, sehr steif, wenig elastisch und wenig dehnbar. Man hat gefunden, dass jeder Quadratzoll des Durchschnittes eines Riemens von Gutta Percha mit 1872 Kilogr. belastet werden musste, ehe er riss. Das spec. Gewicht ist 0,979. Bei 50° wird die Gutta Percha weich, bei 70—80° leicht knetbar und formbar, so dass bei dieser Temperatur, zwei Stücke aneinander gedrückt, sich vollkommen zu einem Stück vereinigen. In der Wärme lässt sie sich leicht auswalzen, zu Fäden ziehen und auch mit Kautschuk zusammenkneten.

Lösungsmittel der Gutta Percha. Die Gutta Percha ist in Wasser, Weingeist, verdünnten Säuren und Alkalilösungen unlöslich, in erwärmtem Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Steinkohlentheeröl und Kautschuköl zu einer dicklichen Flüssigkeit auflöslich. Durch Aether und ätherische Oele schwillt die Gutta Percha an und bildet einen zähen Teig. In siedendem Wasser wird die Gutta Percha weich, die Stücke quellen auf und werden klebrig und fadenziehend, wobei sie einige Procente Wasser aufnehmen, was sie sehr langsam wieder abgeben. Im getrockneten Zustande ist die Gutta Percha ein sehr guter Isolator für die Elektricität.

Anwendung der Gutta Percha. In den Haupteigenschaften hat die Natur gewissermaassen selbst den Weg zur Verarbeitung und den Kreis der Anwendungen angegeben. Und wirklich macht man von der Eigenschaft der Gutta Percha, in der Wärme schweissbar zu werden, Gebrauch um die zahlreichen Objecte darzustellen, die als Surrogate von Leder, Pappe und Papiermaché, Holz, Papier, Metall und dergl. zu dienen bestimmt sind und zwar in allen Fällen, wo es auf Undurchdringlichkeit gegen Wasser, Widerstand gegen Alkohol, Laugen und Säuren und dergl. ankommt und keine höhere Temperatur mitwirkt. Ehe man zur eigentlichen Verarbeitung schreitet, wird die Gutta Percha zunächst gereinigt. Zu dem Ende wird die rohe Gutta Percha

mittelst einer Maschine klein zerschnitten, indem man zugleich Wasser dazu fliessen lässt (zuweilen unter Zusatz von Soda oder Chlorkalk als Reinigungsmittel), so dass die fremden Substanzen, wie Erde, Sand, Holz- und Rindenstückchen etc. abgesondert werden, während andererseits durch das Wasser die Erhitzung der zum Vertheilen dienenden Vorrichtung verhindert wird. Die so behandelte Substanz lässt man 24 Stunden in Wasser stehen, innerhalb welcher Zeit die fremden Körper sich zu Boden setzen, während die gereinigte Gutta Percha oben aufschwimmt und abgenommen wird. Nach dieser Behandlung kocht man die Substanz mit Wasser, so dass ihre Theilchen sich zusammenballen und lässt sie noch im erhitzten Zustande durch ein Walzwerk gehen, wodurch sie in Blätter verwandelt wird, die nun aus reiner Gutta Percha bestehen.

Das Bearbeiten wird ohne Wasser, aber unter Mitwirkung von Wärme fortgesetzt und zwar in einem Knetapparat derselben Art, wie er zur Reinigung des Kautschuks Anwendung findet. Indem auf diese Weise die Gutta Percha in einen weichen und homogenen Teig umgewandelt wird, ist sie vollkommen vorbereitet, sofort jede beliebige Form anzunehmen. Man erzeugt daraus Platten bis zu 3 Centimeter Dicke und dünne Blätter von der Dicke des Schreibpapiers, indem man einen Klumpen gereinigter Gutta Percha zwischen hohlen eisernen, mit Dampf geheizten Walzen so ausstreckt, als ob es sich um die Blechfabrikation handelte. Röhren aus Gutta Percha werden aus der erwärmten Masse nach demselben Principe gepresst, nach welchem man aus Blei Bleiröhren, aus nassem Thone Röhren, aus Mehlteig die Macaroni, aus Graphitmasse die Bleistifte bildet. Mannichfache Gegenstände lassen sich durch Einpressen von erweichtem Gutta Percha in befeuchtete Formen von Holz (z. B. Holzschnitte, wenn es sich um die Herstellung von Clichés handelt), Metall etc. herstellen; zahlreiche Artikel lassen sich aus Platten bilden, indem man sie daraus zuschneidet, nach Bedürfniss über einem Kerne oder einem Modelle presst. In dem durch Erwärmen bewirkten Zustande der Erweichung lassen sich alle Zusammenfügungen ohne Löthmittel, nur durch Aneinanderdrücken der betreffenden Stellen ausführen; beabsichtigt man eine Verbindung nur an einzelnen Stellen, so ist es genügend, die zu vereinigenden Ränder mittelst eines Bügeleisens oder einer Gasflamme zu erweichen. Handelt es sich um die Befestigung der Gutta Percha auf Leder oder ähnlichen Materialien, so wendet man als Leim am zweckmässigsten eine Lösung von Gutta Percha in Benzol an.

Von den zahllosen Artikeln, zu welchem die Gutta Percha mit mehr oder minder günstigem Erfolge bearbeitet wird, sind folgende zu nennen. Die Unveränderlichkeit des Gutta Percha in feuchter Luft, in welcher das Leder stockt und die Unempfindlichkeit gegen chemische Agentien wie Säuren und Laugen, machen sie besonders geeignet zu Riemen zum Maschinenbetriebe, ferner zu Röhren für Wasserleitungen, Pumpen, Schläuchen, Spritzen, Liederungen, Sohlen u. s. w. Zu chirurgischen Zwecken hat sich die Vortrefflichkeit der Gutta Percha vollkommen bewährt; die hieraus gefertigten Sonden, Bougies, Katheder u. s. w. haben viele Vorzüge und werden daher viel gebraucht. Durch Formen, Prägen, Treiben, Giessen u. s. w. verfertigt man aus der Gutta Percha Karniese, Leisten, Täfelwerk, architektonische Verzierungen jeder Art, Rahmen, Messerhefte, Säbelgriffe, Spazierstöcke, Peitschen, Knöpfe, Koffer, Tabakdosen, Flaschen und Gefässe aller Art, Hähne, Heber, Trichter, Ueberzüge für Walzen zum Pressen und Appretiren, Büsten und Statuen, Matrizen zur Galvanoplastik u. s. w. Als ein Nichtleiter der Elektricität eignet sich die Gutta Percha zum Ueberziehen der Telegraphendrähte in unterirdischen und submarinen Leitungen, nur darf dieser Ueberzug nicht direct mit Wasser oder feuchter Erde in Berührung kommen, weil er sonst nach und nach Wasser aufnimmt und seine isolirende Eigenschaft einbüsst; aus diesem Grunde pflegt man die mit Gutta Percha umkleideten Drähte noch ausserdem mit einer Metallhülle zu umgeben. Eine Eigenthümlichkeit der Gutta Percha ist, dass sie zuweilen durch jahrelanges Liegen ihre Geschmeidigkeit dergestalt verliert, dass sie zu Pulver zerrieben werden kann.

Gemenge von Gutta Percha mit Kautschuk. Häufig benutzt man jetzt ein Gemenge von 1 Th. Gutta Percha mit 2 Th. Kautschuk, das in Bezug auf seine Eigenschaften in der Mitte zwischen beiden Substanzen steht. Es kann auf ähnliche Weise wie die Gutta Percha vulkanisirt werden. Ein Gemisch von gleichen Theilen Kautschuk- oder Gutta Percha-Abfällen mit Schwefel, das man mehrere Stunden lang einer Temperatur von 120^0 aussetzt, hat ähnliche Eigenschaften wie Knochen, Horn u. s. w. Als Zusatz zu der Masse empfiehlt man Gyps, Harze, Bleiverbindungen u. s. w. Dieses Gemisch soll zur Anfertigung von Messerheften, Thürklinken, Knöpfen u. s. w. dienen.

Firniss. Firnisse. Unter Firniss versteht man eine Flüssigkeit von öl- oder harzartiger Beschaffenheit, die zum Ueberziehen von Gegenständen benutzt wird, und auf denselben nach dem Trocknen einen dünnen Ueberzug hinterlassen soll, der sie vor der Einwirkung der Luft und des Wassers schützt, und ihnen eine glatte glänzende, zur Verzierung dienende Oberfläche giebt. Man unterscheidet Oelfirnisse. Oel-, Weingeist- und Terpentinölfirnisse. Zur Darstellung der Oelfirnisse wendet man gewöhnlich Leinöl, seltener und nur für einzelne Zwecke Mohn- oder Nussöl an. Das Leinöl besitzt die Eigenschaft, an der Luft allmälig zu einer zähen durchsichtigen Masse auszutrocknen; es findet dies aber nur sehr langsam und unvollständig statt. Diese Eigenschaft tritt weit vollkommener hervor, wenn das Oel vorher längere Zeit bei Zutritt der Luft unter Zusatz gewisser oxydirender Mittel einer höheren Temperatur ausgesetzt wird. Das Trocknen des Oelfirniss geht nicht vor sich durch Ausdünstung, sondern dadurch, dass der Firniss Sauerstoff aufnimmt und sich in eine feste Substanz verwandelt; je schneller diese Oxydation vor sich geht, desto vorzüglicher ist der Firniss. Diese Erfahrung hat gelehrt, dass die Oxydation um so schneller fortschreitet, je stärker sie eingeleitet worden ist. Man pflegt deshalb die Umwandelung des Leinöls in Firniss dadurch zu bewirken, dass man das Oel mit solchen Körpern erhitzt, die Sauerstoff abgeben können, die ferner die Eigenschaft haben, die in dem Oel befindlichen Unreinigkeiten zu binden oder zu zerstören. Derartige Körper sind Bleiglätte, Zinkoxyd, Braunstein, Salpetersäure u. s. w. Am vortheilhaftesten geschieht die Darstellung des Leinölfirniss durch Erwärmen des Leinöles im Wasserbade, unter Zusatz der erwähnten Oxyde; diese Oxyde senkt man zweckmässig in gröblich gepulvertem Zustande (man rechnet 1 Th. der beiden erstgenannten Oxyde auf 16 Th. Oel, 1 Th. Braunstein auf 10 Th. Oel), in leinene Beutel gefüllt in das im Kessel befindliche Oel ein. Sie lösen sich zum Theil als ölsaure Oxyde auf, theils verbinden sie sich mit den im Oele enthaltenen Unreinigkeiten und bilden mit denselben einen Bodensatz. Nicht unwahrscheinlich ist es auch, dass namentlich die Bleiglätte und das Zinkoxyd als Zusatz bei der Firnissbereitung dazu dienen sollen, die Fettigkeit des in dem Oel enthaltenen Palmitins zu zerstören, indem sie mit der Palmitinsäure ein Pflaster, eine trockne, harzige Substanz bilden. Die Anwendung des schwefelsauren Zinkoxydes (Zinkvitriol) beim Sieden des Firniss scheint nicht den beabsichtigten Nutzen zu haben. Brotrinden, Zwiebeln, Mohrrüben, die man häufig dem Oel während des Siedens zusetzt, haben den einzigen Nutzen, dass sie durch ihr Braunwerden, bis zu dessen Erscheinen man das Oel zu sieden pflegt, die Beendigung des Siedeprocesses anzeigen. Ein Leinölfirniss, der, wie es jetzt häufig geschieht, mit Zinkweiss angerieben wird, darf kein Bleioxyd enthalten. Als Trockenmittel (Siccativ) zur Anwendung des Zinkweiss als Anstrichfarbe wendet man mit Braunstein bereiteten Oelfirniss an. Je niedriger die Temperatur beim Firnisssieden war, desto heller ist die Farbe des Firniss. Für Firnisse, bei denen helle Farbe Erforderniss ist, wendet man nach dem Sieden folgendes Bleichverfahren an. Man bringt den

Firniss in 3 Zoll hohe, hinreichend lange und breite Kästen von Blech oder noch besser von Blei, deren Deckel durch eine Glasplatte gebildet wird, und setzt denselben darin einen Sommer lang der Einwirkung der Sonnenstrahlen aus. v. Liebig hat folgende Vorschrift zur Bereitung eines hellen Firniss gegeben: Man mengt 1 Pfund Leinöl mit 1 Loth fein geriebener Bleiglätte, setzt dann 2 Loth Bleiessig hinzu und schüttelt stark um, nach einiger Zeit hat sich die Bleiglätte mit dem Bleiessig abgesetzt und man hat einen leicht trocknenden Firniss von weisser Farbe. Nach Barruel und Jean wird die Verharzung des Leinöls durch borsaures Manganoxydul befördert; 1 Th. desselben soll zur schnellen Trocknung von 1000 Th. Oel ausreichen.

Tapetenfirniss. Der zur Befestigung von Gold oder Tuchscheererwolle auf Tapeten etc. angewendete Firniss ist eine Auflösung von Leinölbleipflaster oder Terpentinöl, die man darstellt, indem man Leinöl mit Kali- oder Natronlauge verseift, den mit Wasser verdünnten Seifenleim mit Bleiessig fällt und die aus Bleipflaster bestehende klebrige Masse in der hinlänglichen Menge Terpentinöl auflöst.

Buchdruckerschwärze. Die Buchdruckerschwärze oder der Druckerfirniss ist nichts als ein sehr consistenter, schnell trocknender Oelfirniss, der mit Russ vermischt worden ist. Zur Darstellung erhitzt man Lein- oder Nussöl über freiem Feuer in kupfernen Kesseln, die zur Hälfte damit angefüllt sind, bis über seinen Siedepunkt, wobei sich viele brennbare, unangenehm riechende Dämpfe entwickeln. Früher pflegte man die Dämpfe zu entzünden, jetzt zieht man es vor, das Erhitzen in mit Helm versehenen Blasen vorzunehmen. Da hierbei die Farbe des Firniss etwas Unwesentliches ist, so braucht das Oel nur längere Zeit bei stark erhöhter Temperatur behandelt zu werden, bis es so dickflüssig geworden ist, dass es schäumt und steigt und einen grauen Rauch von sich giebt. Wenn eine Probe auf einem kalten Teller eine dickliche Beschaffenheit zeigt, und sich zwischen den Fingern in Fäden ziehen lässt, so ist der Firniss zu seiner Anwendung tauglich. In diesem Zustande trocknet der Firniss, mit etwa 16 pCt. Kienruss abgerieben, leicht und schnell. Ist derselbe nicht hinlänglich gekocht, so läuft die damit gedruckte Schrift aus, es ziehen sich Oeltheile in das Papier und die Schrift erscheint mit einem gelben Rande und färbt sich ab. Soll der Druck nicht schwarz sein, sondern roth, blau etc., so vermischt man den Firniss mit Zinnober, mit Pariserblau, Indig u. s. w. Für den Steindruck muss der Firniss consistenter sein, als für den Bücherdruck. Die Kupferdruckschwärze ist ein Gemisch von steifem Firniss mit Frankfurter Schwarz.

Oellackfirnisse. Die Oellackfirnisse (fette Firnisse) sind Auflösungen von Harzen in Leinölfirniss, die gewöhnlich mit Terpentinöl verdünnt werden. Von den Harzen wendet man Bernstein, Copal, Animeharz, Dammarharz und Asphalt an. Um diese Firnisse darzustellen, schmilzt man den Bernstein oder den Copal in einem Kessel über gelindem Kohlenfeuer in einem derartig construirten Ofen, dass der Kessel nur wenig in den Herd hineinreicht und das Feuer nur den Boden des Kessels berührt. Nachdem das Harz geschmolzen ist, giesst man die erforderliche Menge siedenden Leinölfirnisses in den Kessel, der aber höchstens bis zu $^2/_3$ angefüllt sein darf und lässt das Gemisch ungefähr 10 Minuten lang sieden. Darauf nimmt man den Kessel vom Feuer, lässt ihn bis auf ungefähr 140^0 abkühlen und setzt dann die nöthige Menge Terpentinöl hinzu. Die Gewichtsverhältnisse sind 10 Th. Copal oder Bernstein, 20—30 Th. Oelfirniss, 25—30 Th. Terpentinöl. Schwarzen Asphaltfirniss erhält man durch gleiche Behandlung mit 3 Th. Asphalt, 4 Th. Firniss, 15—18 Th. Terpentinöl.

Der dunkle Bernsteinfirniss wird nicht aus dem Bernstein, sondern aus dem Rückstand, dem Bernsteincolophonium, bereitet, der bei der Destillation des Bernsteinöles und der Bernsteinsäure in dem Destillirgefässe zurückbleibt.

Die Oellackfirnisse sind die festesten und dauerhaftesten Firnisse; sie trocknen aber etwas langsam und sind stets mehr oder minder gefärbt.

Terpentinölfirniss. Die Weingeistlackfirnisse sind Auflösungen gewisser Harze, wie Sandarac, Mastix, Dammar, Gummilack, Anime u. s. w. in Weingeist. Eigenschaften eines guten Weingeistlackfirniss sind: schnell zu trocknen, eine glänzende Oberfläche zu bilden, fest zu haften und weder zu spröde, noch zu klebend zu sein. Der Name Lackfirniss oder Lack ist von der Auflösung des Gummilacks, als des gebräuchlichsten Harzes, auf alle Harzfirnisse übertragen worden. Man wendet einen starken, mindestens 92procentigen Weingeist an. Die Auflösung der gepulverten Harze wird dadurch befördert, dass man sie mit einem Drittheil ihres Gewichtes grob gepulverten Glases vermischt. Um den Ueberzug weniger spröd zu machen, setzt man meist Terpentin hinzu. Sandaracfirniss erhält man durch Auflösen von 10 Th. Sandarac, 1 Th. venetian. Terpentin in 30 Th. Weingeist. Dauerhafter ist der Schellackfirniss, den man durch Auflösen von 1 Th. Schellack in 4—5 Th. Weingeist darstellt. Die Schreinerpolitur ist eine Auflösung von Schellack in vielem Weingeist, die, wenn sie auf weisses Holz angewendet werden soll, durch Filtration durch Thierkohle entfärbt wird. Der Copalfirniss übertrifft an Härte und Dauerhaftigkeit den Schellackfirniss. Zu seiner Darstellung wird der Copal vorher geschmolzen, wobei aber nicht vermieden werden kann, dass er sich dabei mehr oder weniger färbt; der geschmolzene Copal wird gepulvert, mit Sand gemengt, mit starkem Weingeist übergossen, im Wasserbade längere Zeit im Sieden erhalten und die Lösung sodann filtrirt. Damit der Firniss etwas weicher werde, mischt man etwas Terpentin oder eine Auflösung von Elemiharz hinzu. Um farblosen Copalfirniss zu erhalten, bringt man 6 Loth zerstossenen Copal in einem gut verschlossenen Gefässe in eine Mischung von 6 Loth Weingeist von 98° Tralles, 4 Loth Terpentinöl und 1 Loth Aether und erwärmt gelinde. Die Auflösung des Copals erfolgt sogleich und der erhaltene Firniss wird durch freiwilliges Absetzen geklärt.

Gefärbte Weingeistlackfirnisse. Um gefärbte Lackfirnisse zu erhalten, die man benutzt, um feine Gegenstände aus Messing und Tomback vor dem Anlaufen durch die Luft, durch Angreifen u. s. w. zu schützen, um ferner derartigen Waaren eine schönere goldähnliche Farbe zu ertheilen, die auch benutzt werden können, um Zinn, Weissblech, selbst Eisen ein entfernt goldähnliches Ansehen zu geben, wendet man die sogenannten Goldfirnisse an, die am zweckmässigsten auf folgende Weise dargestellt werden. Man bereitet sich getrennte weingeistige Auszüge von Gummigutt und Drachenblut und setzt diese versuchsweise zu einem Lackfirniss, der aus 2 Th. Körnerlack, 4 Th. Sandarac, 4 Th. Elemiharz, 40 Th. Weingeist erhalten worden ist, bis man die gewünschte Farbe erreicht hat.

Terpentinöllackfirnisse. Die Terpentinöllackfirnisse werden auf dieselbe Weise wie die Weingeistlackfirnisse dargestellt. Sie trocknen langsamer, sind aber dagegen weniger spröde, geschmeidiger und haltbarer. Den gewöhnlichsten Terpentinöllackfirniss stellt man durch Auflösen von Fichtenharz in Terpentinöl dar; er ist jedoch wenig dauerhaft und erhält nach einiger Zeit Risse. Der Copalfirniss mit Terpentinöl wird entweder mit ungeschmolzenem oder mit geschmolzenem Copal dargestellt; der auf letztere Weise erhaltene Firniss ist gefärbt. Der ungeschmolzene Copal wird am besten mit Terpentinöl behandelt, indem man letzteres in Glaskolben

im Sandbade erhitzt, und den Copal in leinene Säckchen gebunden über dem Oel aufhängt. Der durch die heissen Terpentinöldämpfe gelöste Copal tropft in das Oel herab und verdünnt sich damit. Der mit Terpentinöl dargestellte Dammarlackfirniss ist ein jetzt häufig angewendeter, nicht sehr dauerhafter, aber farbloser Lackfirniss. Zu seiner Darstellung wird ausgesuchtes Dammarharz in gröblich gepulvertem Zustande längere Zeit erwärmt, um es vollständig zu trocknen und dann in der 3—4fachen Gewichtsmenge Terpentinöl gelöst. Grünen Terpentinöllackfirniss stellt man dar, indem man Sandarac oder Mastix in concentrirter Kalilauge auflöst, mit Wasser verdünnt und die Flüssigkeit durch essigsaures Kupferoxyd niederschlägt; der Niederschlag wird getrocknet und in Terpentinöl aufgelöst.

Schleifen und Poliren des getrockneten Lackfirniss. Um die Glätte der Lackirung, namentlich auf Metallwaaren zu erhöhen und einen spiegelähnlichen Glanz hervorzubringen, pflegt man den vollständig getrockneten Lackfirniss zu schleifen und zu poliren. Das Schleifen wird durch Abreiben mit Filz, der befeuchtet in fein geschlämmtes Bimssteinpulver getaucht ist, vorgenommen, das Poliren vermittelst geschlämmten Tripels und Olivenöls, zuletzt zur vollständigen Entfernung des Oeles durch Reiben mit Weizenstärkemehl.

Anstatt der gewöhnlichen Firnisse und Lacke hat man in der neueren Zeit angefangen, Auflösungen von Schiessbaumwolle in Aether (Collodium) und Wasserglaslösungen zur Erzeugung glasähnlicher glänzender Ueberzüge anzuwenden.

Kitte.

Kitte. Mit dem Namen Kitt bezeichnet man Mischungen, welche im brei- oder teigartigen Zustande zwischen die einander genäherten Körperflächen gebracht, dieselben nach dem Erhärten fest mit einander verbinden. Nach dieser allgemeinen Definition umfasst das Kitten auch das Leimen von Holz, Kleistern von Papier, welche indessen gewöhnlich Gegenstand besonderer Betrachtung sind, und schliesst nur aus das Löthen. Von einem guten Kitt, der für den speciellen Zweck zusammengesetzt sein muss, denn einen Universalkitt giebt es nicht, verlangt man, dass er sich vollkommen mit den Flächen, welche er verbinden soll, vereinigt, dicht an dieselben anschliesst und nach dem Erhärten in sich selbst so viel Zusammenhang erlangt, dass er den trennenden Einwirkungen, denen er ausgesetzt wird, zu widerstehen im Stande ist. Diese Substanzen, aus denen der Kitt zusammengesetzt wird, sind verschieden und richten sich nach der Natur der Flächen, deren Vereinigung man beabsichtigt, und nach den Einflüssen, denen die zu verbindenden Theile unterliegen und widerstehen sollen. Die Vorschriften zur Bereitung von Kitten sind unzählige; die meisten derselben können jedoch in einige Hauptabtheilungen gebracht werden, wenn man den wesentlichen Bestandtheil eines Kittes als Eintheilungsgrund gelten lässt. Hiernach hat man zu unterscheiden: 1) Kalkkitte, 2) Oelkitte, 3) Harz- und Schwefelkitte, 4) Eisenkitte, 5) Stärkekitte, 6) Kitte von geringerer Bedeutung wie Wasserglaskitte, Chlorzinkkitte und dergl.

Kalkkitte. Gelöschter Kalk bildet mit Caseïn, Eiweiss und Leim Massen, die nach einiger Zeit eine bedeutende Festigkeit erlangen und zum Kitten der verschiedenartigsten Körper von Holz, Stein, Metall, Glas, Porcellan und dergl. geeignet sind.

Den *Caseïnkitt* kann man auf verschiedene Weise bereiten. Nach dem gewöhnlichen Verfahren zerreibt man frischen Käse, von welchem man die Molken abgepresst hat (Quark und Käsematte), auf einem Reibstein und setzt nach und nach zu Pulver zerfallenen gelöschten Kalk zu, wodurch eine zähe Masse sich bildet, welche, weil sie schnell erhärtet, möglichst bald zu verwenden ist. Auch ohne Kalk giebt das Caseïn einen gut bindenden Kitt, wenn man dasselbe in eine Lösung von Kali- oder Natronbicarbonat löst und die

Flüssigkeit bis zur gehörigen Consistenz abdampft. Durch Auflösen von Caseïn in kalt gesättigter Boraxlösung erhält man eine klare dickliche Flüssigkeit, welche sich durch hohes Klebvermögen auszeichnet und darin eine Lösung von arabischem Gummi weit übertrifft. Eine Auflösung von Caseïn in Wasserglanz ist als Porcellan- und Glaskitt zu empfehlen. Zum Kitten von Stein, Metall, Holz u. s. w., oder zum Ausfüllen von Fugen, wo der Kitt mehr Körper haben muss, wird das Gemisch aus Caseïn und Kalk noch mit Cementpulver (auf 1 Kilogr. frisches Caseïn, 1 Kilogr. gebrannter Kalk und 3 Kilogr. Cement) versetzt. Einen dem Caseïnkitt ähnlichen Kitt liefert der durch Fäulniss veränderte Kleber, welcher von Hannon neuerdings zum Kitten von Steingut, Porcellan, Glas, Perlmutter und dergl. empfohlen worden ist.

Oelkitte. Der wesentliche Bestandtheil der Oelkitte ist ein trocknendes Oel, am besten in Gestalt von Oelfirniss. Diese Kitte widerstehen grösstentheils der Einwirkung des Wassers.

Der Leinölfirniss, so wie der fette Copallack können zwar schon an und für sich als Kitt Anwendung finden, wenn es sich um das Kitten von Glas- und Porcellangegenständen handelt; sie haben aber das Unangenehme, erst nach Wochen, ja selbst Monaten vollständig zu erhärten und sind daher nur selten zu benutzen. Mit Bleiweiss, Bleiglätte oder Mennige gemischt, trocknen sie zwar schneller, vollständig jedoch immer erst nach einigen Wochen. Verwendet man diesen Kitt in grösseren Quantitäten, so mischt man Oelfirniss mit einem Gemenge von 10 pCt. Bleiglätte und 90 pCt. Schlämmkreide oder statt letzterer zu Pulver gelöschten Kalkes; anstatt der Bleiglätte lässt sich auch Zink anwenden. Man bedient sich dieses Kittes zur Verbindung von Steinen und Ziegeln bei Wasserreservoirs, Terassen u. s. w. Vor dem Gebrauche wird er angewärmt, damit er dünnflüssiger wird, sich in die Fugen besser einlegt und rascher trocknet. Stephenson benutzt als Kitt für Dampfröhren und dergleichen, welcher vortrefflich hält, ein Gemenge von 2 Th. Bleiglätte, 1 Th. zu Pulver gelöschtem Kalk und 1 Th. Sand, das mit heissem Leinölfirniss innig gemengt wird. Durch Auflösen von Thonerdeseife (durch Fällen von Alaunlösung mit Natronseife erhalten) in erwärmten Leinölfirniss erhält man nach Varrentrapp einen leicht zu verstreichenden und wasserdichten Kitt, der besonders als Steinkitt geeignet erscheint.

Der Glaserkitt, welcher zum Befestigen der Fensterscheiben in die Holzrahmen dient, wird durch Zusammenstossen von Kreide und Leinölfirniss erhalten, bis sich eine teigartige, sehr zusammenhängende und nicht bröckelnde Masse gebildet hat. Nimmt man ungekochtes Leinöl, so erhärtet er äusserst langsam, erlangt aber nach Jahren eine solche Festigkeit, so dass er nur schwierig von den Glastafeln getrennt werden kann. In Blasen eingebunden oder in mit Oel getränkten Tüchern eingeschlagen, kann der Glaserkitt längere Zeit unverändert aufbewahrt werden.

Harzkitte. Zu denjenigen Kitten, die am häufigsten Anwendung finden, gehören unstreitig die Harzkitte, deren wirksamer Bestandtheil ein Harz ist, welches im geschmolzenen Zustande zwischen die zu verbindenden Flächen gebracht wird, und nach dem Erkalten und Erhärten die Verbindung derselben sofort bewirkt. Vor den Oelkitten, mit welchen sie die Wasserdichtigkeit gemein haben, besitzen sie den grossen Vorzug, dass sie sogleich hart sind, dagegen leiden sie zum grossen Theile an dem Fehler, dass sie keine höhere Temperatur ertragen, ohne zu erweichen, und an der Luft, und namentlich dem Sonnenlichte ausgesetzt, mit der Zeit so spröde werden, dass sie durch geringe Reibung schon als Pulver abfallen.

Zum Kitten von Glas- und Porcellangegenständen finden Harze allein, namentlich Sandarac und Mastix allein Anwendung, wozu sie sich in Folge ihrer Farblosigkeit und ihrer leichten Schmelzbarkeit wegen besonders gut eignen. Bei ihrer Anwendung trägt man das feine Pulver dieser Harze mit einem Pinsel auf die zu verbindenden Flächen auf und erwärmt nun bis zum Schmelzen der Harze über Kohlenfeuer, worauf man die Flächen rasch an einander drückt. Grössere Beachtung, als sie bisher gefunden haben, verdienen die von Lampadius schon im Jahre 1828 vorgeschlagenen Harzkitte. Einer derselben besteht aus einer Auflösung von 1 Th. geschmolzenem Bernstein in 1,5 Th. Schwefelkohlenstoff, welcher als ein vortrefflicher Schnellkitt zu betrachten ist; man braucht von der Lösung nur etwas mit einem Pinsel auf die Ränder der zu kittenden Gegenstände zu streichen, und dieselben aneinander zu drücken, wobei der Kitt unter den Händen trocknet. Auch eine Auflösung von Mastix in Schwefelkohlenstoff ist als Kitt verwendbar.

Schellack ist als Harzkitt wenig geeignet; er ist in der Kälte zu spröde und zieht sich

sehr stark zusammen; ersterer Uebelstand lässt sich durch Zusatz von etwas Terpentin heben, letzterer durch Zusatz von erdigen Pulvern, daher ist gutes Siegellack als Kitt im Ganzen brauchbarer als Schellack für sich. Holz lässt sich durch geschmolzenen Schellack nicht dauerhaft verbinden; legt man aber zwischen zwei mit dickem Schellackfirniss bestrichene Holzstücke ein damit getränktes Stück Musselin, so haften dieselben sehr fest.

Im Grossen finden die Harzkitte häufig zum Auskitten von Wasserbehältern, Terassen, zur Abhaltung von Feuchtigkeit und dergl. Anwendung. Man verwendet dazu Pech oder Colophonium, in neuerer Zeit fast durchgängig Asphalt, theils für sich mit Cement versetzt, theils mit Schwefel gemischt, wenn eine grössere Härte wünschenswerth erscheint, theils mit Terpentin oder Theer versetzt, wenn man den Kitt minder hart und spröde haben will.

Der von dem Engländer Jeffery herrührende Marineleim (marine-glue) wird dargestellt, indem man Kautschuk in der 12fachen Gewichtsmenge Steinkohlentheeröl auflöst und die Lösung mit dem doppelten Gewichte Asphalt oder Gummilack oder beiden versetzt, die Mischung erwärmt und durch Umrühren gleichförmig macht. Es giebt zwei Sorten Marineleim, einen harten und einen flüssigen, ersterer wird hauptsächlich zum Aneinanderleimen der Hölzer, Anbolzen von Zimmerwerk mit Holz oder Eisen, zum Kalfatern der Schiffe, anstatt des Schiffstheeres und zum Anfüllen der Risse und der Spalten des Holzes, welche man vor Feuchtigkeit bewahren will u. s. w. angewendet. Den flüssigen Marineleim, welchen man durch Zusatz einer grösseren Menge des Lösungsmittel erhält, verwendet man zum Ueberziehen von Holz, Gyps, Metallflächen, zum Bestreichen der Leinwand, Taue, Röhren und dergl. Bei der Unlöslichkeit des Seeleimes in Wasser, seiner grossen Festigkeit und Adhäsion und seiner Unveränderlichkeit bei niederer und hoher Lufttemperatur, bei welcher er weder sehr weich, noch spröde wird, ist der Marineleim nicht nur für die Marine, sondern auch für Landbauten ein beachtenswerthes Produkt.

Eisenkitte. Unter den vielen Vorschriften zur Bereitung von Eisenkitt auf Schmiede- und Gusseisen bei Wasserleitungsröhren, Dampfkesseln, Dampfröhren und dergl. sei eine der besseren angeführt.

Der sogenannte Rostkitt besteht aus einer Mischung von 2 Th. Salmiak, 1 Th. Schwefelblumen und 60 Th. feinen Eisenfeilspänen; beim Gebrauche wird sie mit Wasser angemacht, welchem der sechste Theil Essig oder eine kleine Menge verdünnter Schwefelsäure zugesetzt worden ist. Dieser Kitt wird in die Fugen hineingestrichen oder hineingestampft, nachdem die zu verbindenden Flächen des Eisens gereinigt und wo möglich etwas abgefeilt sind. Nach einigen Tagen erhärtet dieser Kitt vollkommen und hängt sehr fest am Eisen, indem er in diesem sowol als in sich selbst zusammenrostet. — In Fällen, wo der Kitt die Glühhitze auszuhalten hat, wie bei Verbindungen von Röhrenstücken, die im Feuer liegen, dient ein Kitt aus 4 Th. Eisenfeile, 2 Th. Thon und 1 Th. Porcellankapselmasse, mit Salzlösung zu einem Brei angerührt, welchen man zwischen den Flantschen mittelst der Schrauben zusammenpresst.

Stärkekitte. Zu den Stärkekitten gehört der aus Stärke oder Mehl gekochte Kleister, welcher bekanntlich bei den Buchbinderarbeiten und überhaupt beim Zusammenleimen von Papier und Pappe verwendet wird.

Der Kleister wird am besten bereitet, indem man Stärkemehl mit kaltem Wasser zu einem nicht zu dicken Brei in einem Mörser so lange anreibt, bis keine Klümpchen mehr vorhanden sind, und dann aus einem anderen Gefässe siedendes Wasser in einem dünnen Strahle so lange unter raschem Umrühren zusetzt, bis die Kleisterbildung beginnt, was man an dem Durchsichtigwerden wahrnimmt, dann aber den Rest des erforderlichen Wassers schnell zugiesst. Kochen der fertigen Masse ist nachtheilig und giebt einen Kleister, der leicht abspringt. Von grösserer Bindekraft als der aus Stärkemehl bereitete Kleister ist der aus Roggenmehl dargestellte, wovon der Grund in dem Klebergehalt der letzteren zu suchen ist. Leider ist dieser Kleister nicht weiss, sondern grau bis graubraun. Um den Kleister haltbarer zu machen, löst man in dem Wasser, welches zur Kleisterbildung dient, eine kleine Menge Alaun. Statt des Wassers kann das Anbrühen des Mehles auch mit siedendem Leimwasser geschehen, wodurch die Klebkraft des Leimes wesentlich befördert wird. Der vorzüglichste Kleister ist unstreitig derjenige, bei dessen Bereitung zum Anrühren und Anbrühen des Stärkemehles eine wässerige Lösung von durch Fäulniss verändertem Kleber verwendet wird. Setzt man die Hälfte vom Gewicht der angewendeten Stärke an Terpentin zum Kleister, welchen man durch Umrühren in der Masse vertheilt, so lange das Gemisch noch heiss ist, so wird der Kleister gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit haltbarer und zugleich bindender.

IV. Die Thierstoffe und ihre technische Anwendung.

Die Verarbeitung der Wolle.

Abstammung und Beschaffenheit der Wolle.

Die Wolle unterscheidet sich von dem Haar vorzugsweise durch drei Eigenschaften: erstens ist die Wolle feiner (das Haar geht dadurch, dass es dicker und steifer wird, in die Borste und endlich in den Stachel über), zweitens ist sie nicht straff, sondern wellenfömig hin und her gebogen (gekräuselt), und drittens enthält sie weniger Pigment. Die Vorzüglichkeit der Wolle wächst in demselben Maasse, als sie diese drei Charaktere im höheren Grade hat, also je weiter sie sich von der Natur des Haares entfernt. Die Wolle ist ebenso wie das Haar keine einfache, sondern eine organisirte Faser, aus einer epithelartigen Membran, der Rindensubstanz und der Marksubstanz bestehend. Die Epithelsubstanz erscheint bei der Wolle mit so starken Falten, dass die Oberfläche dadurch ein schuppiges und tannenzapfenartiges Aussehen erhält. Fig. 194 zeigt ein Stück eines Haidschnuckenhaares neben einem Stücke von sächsischer Non plus ultra-Wolle (Fig. 195) unter derselben Vergrösserung betrachtet (woraus zugleich der enorme Unterschied in der Feinheit deutlich wird). Die Einstülpungen auf der Oberfläche der Wolle sind die Ursache von der Rauhigkeit der Wollhaare und begründen ihre Fähigkeit, sich zu filzen.

Fig. 194.

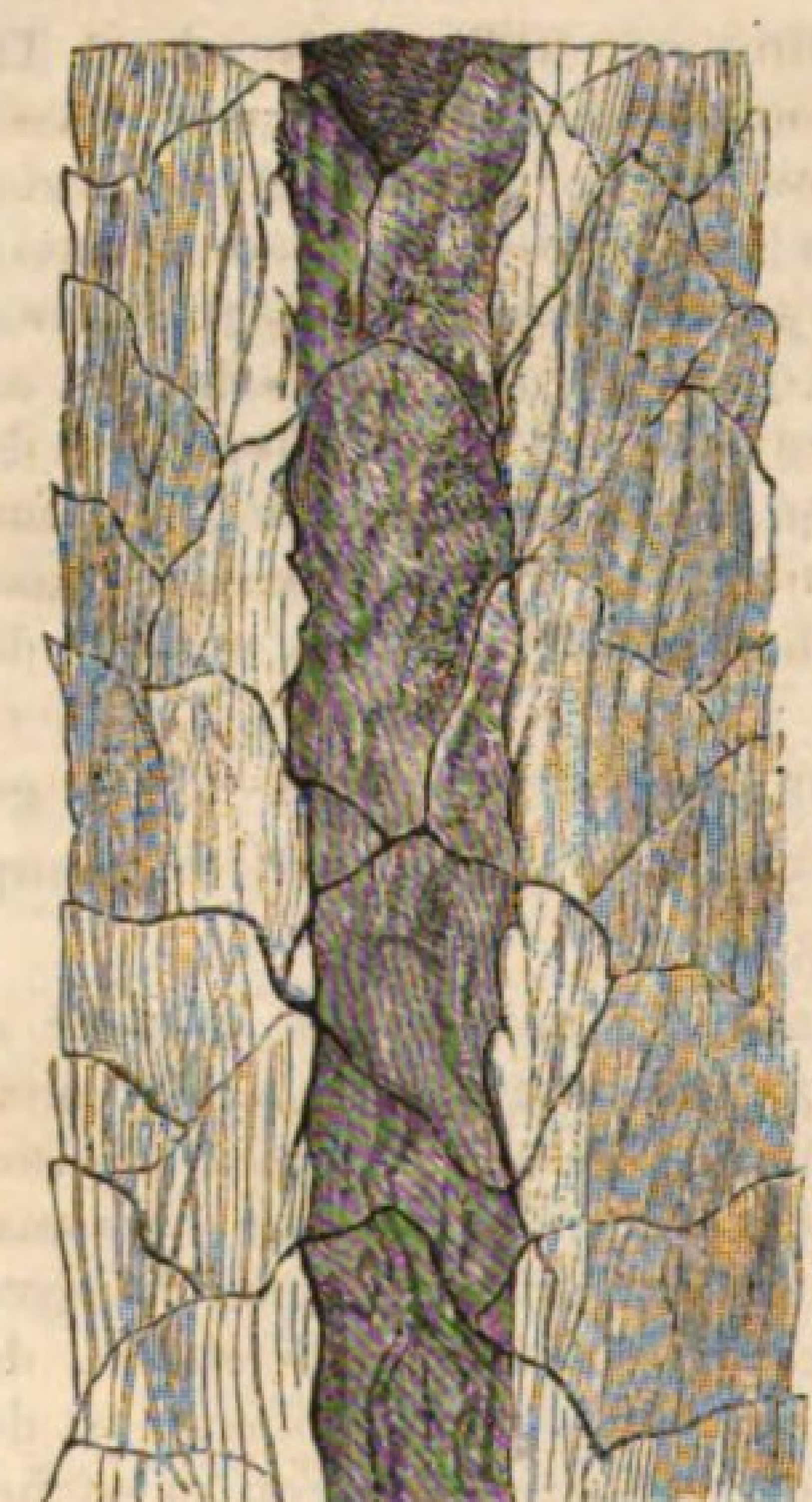


Fig. 195.



Werden nämlich derartige Schuppenhaare einem mit schiebender und knetender Bewegung begleitenden Drucke, namentlich unter Mitwirkung von heissen Wasserdämpfen, die

das Haar weich und geschmeidig machen, unterworfen, so schieben sich die Haare in der Richtung ihrer Schuppen durcheinander und bilden ein wirres, aber festes Gewebe, den Filz.

Zur Wollerzeugung wird hauptsächlich das Schaf benutzt. Gleich anderen Hausthieren bietet das Schaf in Folge der verschiedenen Verhältnisse des Klimas, der Ernährungsweise und der Pflege eine grosse Anzahl Abweichungen dar, die sich auf die Beschaffenheit der Wolle erstrecken. Naturgemäss kann man alle Schafracen in folgende beiden Abtheilungen bringen: 1) das Höhe- oder Landschaf mit kurzer, mehr oder weniger gekräuselter und feiner Wolle, 2) das Niederungsschaf mit meist grober, schlichter, langer, haarähnlicher Wolle. Zu den ersteren gehören das deutsche Landschaf und ferner die spanischen oder Merinoschafe, die sich nach der Verschiedenheit ihres Körpers in mehrere Unterarten theilen, von denen als die vorzüglichsten die Infantado- oder Negrettirace und die Elektoralrace (d. i. die kurfürstliche Race, wegen der ersten 1765 aus Spanien an den Kurfürsten von Sachsen gelangten Schafe) bekannt sind. Was man als Eskurial bezeichnet, ist keine eigene Race, sondern ein Elektoralschaf mit wollreicherem Vliess. Zu den Niederungsschafen gehören das Haidschaf oder die Haidschnucke in der Gegend zwischen der Elbe- und Wesermündung, das Zackelschaf, das im südlichen Europa und westlichen Asien gezogen wird, und dann die englischen Schafe der Southdown-, Leicester-, Cotswold-, Lincoln-, Teeswater- und Romney-Marsh-Race, ferner der schottischen Inseln, besonders von den Hebriden und Shetlandsinseln.

Die von anderen Thieren als dem Schafe stammenden hauptsächlichsten Wollsorten sind folgende:

a) Die Kaschmirwolle ist das feine wollige Flaumhaar der Ziegen von Kashmera oder Kaschmir, welche ursprünglich an der östlichen Seite des Himalaja in einer Höhe von 4500—5000 Meter leben. Sie ist von weisser, grauer oder bräunlicher Farbe und ist, wie sie nach Europa kommt, noch reichlich mit grobem Haar gemengt (100 Kilogr. davon geben nach dem Sortiren und Reinigen oft nur 20 Kilogr. Flaumhaar).

b) Die Vicognewolle besteht in dem nur sehr wenig gekräuselten Haar des Vikugne oder Schafkameels (*Auchenia Vicuna*), das auf den hohen Gebirgen von Peru, Chili und Mexiko lebt. Die Vigognewolle wurde vormals häufiger als jetzt zu sehr feinem Tuche verarbeitet. Als Stellvertreter der ächten Vigognewolle hat man angefangen, die Haare der Seidenhasen und Kaninchen (vermengt mit Schafwolle) zu verarbeiten. (Das, was man gegenwärtig in der Wollindustrie mit dem Namen Vigogne oder Vicogne belegt, ist ein Gemenge von Schafwoll- mit Baumwollgarn.)

c) Die Alpakawolle oder das Pakoshaar besteht in dem langen flaumartigen weissen, schwarzen oder braunen Haar der Alpagua oder Alpako (Pako), einer in Peru lebenden Ziege aus der Gattung Llama. Das Haar ist sehr fein und hat mit der Vigognewolle grosse Aehnlichkeit, obgleich es ihr an Feinheit nachsteht.

d) Das Mohair oder die Kämelwolle (Kämelhaar) ist das lange, seidenglänzende, wenig gekräuselte Haar der Kämel- oder Angoraziege (*Capra angorensis*), welche um Angora in Kleinasien lebt. Aus ihr wird das Kämelgarn (fälschlich Kameelgarn genannt) gesponnen, das besonders zu ungewalkten Zeugen (z. B. Kamelot und Plüsch) verwebt wird. Ferner dient es zu halbseidenen Stoffen als Einschlag.

Chemische Zusammensetzung der Wolle.

Die eigentliche Wollsubstanz besteht aus einem schwefelreichen eiweissähnlichen Körper, dem Keratin (Hornstoff), ist aber in dem Zustande, wie sie von dem Thiere kommt, mit Schweiss, Staub u. s. w. verunreinigt.

Faist erhielt bei der Untersuchung verschiedener Sorten lufttrockner Merinowolle folgende Resultate:

	1.		2.			
	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Mineralbestandtheile	6,3	16,8	0,94	1,3	1,0	1,2
Schweiss und Wollfett	44,3	44,7	21,00	40,0	27,0	16,6
reines Wollhaar	38,0	28,5	72,00	56,0	64,8	77,7
Feuchtigkeit	11,4	7,0	6,06	2,7	7,2	3,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Procente reiner lufttrockner Wolle	49,4	35,5	78,06	58,7	72,0	82,2

1. Rohe Schweisswolle (lufttrocken): a) Hohenheimer Wolle mit weniger reichlichem, löslichem Schweisse, b) Hohenheimer Wolle mit reichlichem klebrigem Schweisse. 2. Wolle nach der Pelzwäsche (lufttrocken): c) von Hohenheim, mit reichlichem,

klebrigem Schweisse, d) eben daher, mit schwer löslichem Schweisse, e) Wolle aus Ungarn, durch Weichheit ausgezeichnet, f) aus Württemberg, minder weich.

Der sogenannte Wollschweiss ist als ein Gemenge von Secretstoffen mit von aussen und zufällig hinzugekommenen Stoffen zu betrachten. Macerirt man die rohe Wolle einige Zeit lang in warmem Wasser, so bildet sich eine trübe schäumende Flüssigkeit, die theils wirklich aufgelöste, theils nur suspendirte Schweissbestandtheile enthält. Der aufgelöste Theil enthält das Kalisalz einer Fettsäure (*suintate de potasse*) in solcher Menge, dass in neuerer Zeit darauf eine Methode der Gewinnung von Potasche gegründet worden ist und ausserdem Chlorkalium (die aus 100 Kilogr. roher Wolle zu gewinnende Potasche beträgt 7—9 Kilogr. S. 136). Der suspendirte Theil besteht aus kohlensaurem und oxalsaurem Kalk, dazu kommt noch ein freies unverseiftes Fett und Valeriansäure.

Technisch wichtige Eigenschaften der Wolle. Der Werth und die Anwendbarkeit der Wolle ist von einer Anzahl Eigenschaften abhängig, von denen die wichtigsten folgende sind:

Farbe und Glanz. Die meiste Wolle ist von weisser Farbe, nur die von den Haidschnucken und gewisser Landschafe (sowie die Alpaka und das Mohair) sind gefärbt (schwarz, braun, grau). Der Glanz gewisser Wollarten ist für ihre Anwendung zu gewissen Zwecken eine geschätzte Eigenschaft, sie steht nicht im Verhältniss zur Feinheit der Wolle, sondern vielmehr im Zusammenhange mit der Sanftheit (Weichheit, Milde) der Wolle, die man daran erkennt, dass die Wolle beim Angreifen ein Gefühl erweckt, welches jenem ähnlich ist, das man beim Angreifen von Baumwolle oder loser Seide empfindet.

Die Kräuselung, eine Eigenthümlichkeit der Wolle des Höhe- und Landschafes besteht darin, dass das Haar in mehr oder minder kleinen Bögen wellförmig gekrümmt ist. Eine Wolle mit vielen und schmalen Bögen wird klein gekräuselt genannt; eine Wolle mit spärlichen, aber breiten Bögen heisst grob gekräuselt. Ferner macht man einen Unterschied zwischen Wolle mit hohen Bögen (stark gekräuselt) und solcher mit flachen Bögen (schwach gekräuselt). Was die Feinheit der Wolle betrifft, so gilt im Allgemeinen, dass je kleiner der Durchmesser eines Wollhaares, desto feiner dasselbe ist. Ein geringer Durchmesser oder hohe Feinheit, wird deshalb für die wichtigste Eigenschaft einer Wolle gehalten, weil eine Wolle, vereinigte sie auch alle anderen guten Eigenschaften in sich, doch nur dann zur Erzeugung eines vollkommenen Fabrikates geeignet erscheint, wenn sie mit diesen Eigenschaften auch Feinheit verbindet. Doch existiren auch Wollen, welche bei geringem Durchmesser der Fäden sehr straffe Substanz besitzen und für Gefühl und Fabrikation als weniger geeignet erscheinen. Das Verhältniss der Durchmesser der Wollfäden zur Feinheit der Wolle ist mithin nicht constant und bleibt nur ein Beihülfskennzeichen. Ueberdies kann man weder mit dem Wollmesser (Eriometer), noch mit dem Mikrometer die Feinheit des Wollhaares ausschliessend bestimmen, sondern nur durch das Auge, das Gefühl und die praktische Erfahrung.

Die Eigenschaft der Gleichmässigkeit oder Ausgeglichenheit besteht darin, dass das Wollhaar seiner ganzen Länge nach einen gleichen Durchmesser hat. Die Geschmeidigkeit ist ein höherer Grad von Biegsamkeit; sie besteht in der Fähigkeit der Wollfäden, alle Richtungen leicht anzunehmen. Dehnbarkeit und Elasticität sind gewöhnliche Begleiterinnen der Geschmeidigkeit. Ein Wollhaar kann, nachdem man es derartig ausgestreckt hat, dass die Biegungen nicht mehr sichtbar sind, noch etwas ausgedehnt werden, ohne zu zerreissen. Die Elasticität des Wollhaares giebt sich dadurch zu erkennen, dass dasselbe, wenn es abgerissen wird, an den getrennten Enden mehr oder minder schnell sich zusammenzieht und kräuselt. Die Festigkeit ist diejenige Eigenschaft der Wolle, in deren Folge sie bei starker Ausdehnung nicht zerreisst. Ein einzelnes Wollhaar erfordert zum Zerreissen, je nach dem Grade der Feinheit und Güte ein Gewicht von 2,6 bis 44,0 Grm. Unter der Höhe versteht man die Länge des gekräuselten Haares in seiner natürlichen Lage, unter der Länge das Maass des Haares, wenn es so weit ausgedehnt wird, dass die Kräuselung mit dem Auge nicht mehr wahrgenommen werden kann. Die Länge ist bei der Auswahl der Wolle sehr zu berücksichtigen und bildet einen Hauptgrund zu der Unterscheidung zwischen Streichwolle und Kammwolle. Erstere, die Streichwolle (Kratzwolle), umfasst alle jene Wollen, die zu tuchartig gewalkten Zeugen Anwendung finden. Als Streichwolle

dienen alle stark gekräuselten Wollen, deren Haar im ausgestreckten Zustande weniger als 15 Centimeter misst. Die Kammwolle (lange Wolle) ist das Material zu glätten Wollzeugen. Grundeigenschaften der Kammwolle sind eine nicht zu geringe Länge (mindestens 9—12 Centimeter), eine vorzügliche Festigkeit und eine nicht oder nur wenig gekräuselte Gestalt des Haares.

Die Umgestaltung der Wolle zu Ware. Ehe die Wolle dem Handel überliefert werden kann, muss sie der Producent erst in eine Ware verwandeln. Diess geschieht durch die Wäsche, durch die Schur und durch das Sortiren.

I. Die Wäsche. In Deutschland geht das Waschen der Wolle auf dem Körper der Schafe, ehe sie geschoren werden, vor sich. Zum Unterschiede von der später zu beschreibenden Fabrikwäsche, nennt man diese erste Wäsche Rücken- oder Pelzwäsche. Der Zweck derselben ist, die Wolle von allen Unreinigkeiten und von einem Theile des Fettes zu befreien. Dieser Zweck muss aber erreicht werden, ohne dass dabei die Wolle Schaden leidet oder zu sehr entfettet wird. Durch die Pelzwäsche mit kaltem Wasser verliert die Wolle 20—70 pCt. an Gewicht.

II. Die Schur. Nachdem die Schafe völlig trocken sind, werden sie geschoren, wobei mit einer eigenthümlichen Schere (Schafschere) die Wolle glatt an der Haut abgeschnitten wird. Die Gesammtheit der auf dem Körper eines Schafes befindlichen Wolle wird Vliess genannt. In der Regel findet die Schafschur nur ein Mal im Jahre und zwar zu Pfingsten statt (einschürige Wolle), bei langwolligen Schafen ist dagegen zweimaliges Scheren gebräuchlich (zweischürige Wolle), nämlich Ende September (Sommerwolle) und Ende März (Winterwolle). Die Wolle von noch einjährigen Schafen, die Lammwolle, ist durch Feinheit und seidenartige Beschaffenheit ausgezeichnet. Ausser der gewöhnlichen Schurwolle kommt auch Wolle aus den Gerbereien als Gerber- oder Raufwolle in den Handel, die in der Regel kürzer ist als die gewöhnliche Wolle. Die von kranken oder gefallenen Thieren herrührende Wolle, die sogenannte Sterblingswolle, hat wenig Festigkeit und Elasticität und ist daher von sehr untergeordnetem Werthe.

III. Das Sortiren der Wolle. Schon die verschiedenen Körpertheile des Schafes geben Wollarten von verschiedener Güte, zu den *edlen Theilen*, welche die vorzüglichste Wolle liefern, gehören die beiden Schulterblätter, die Seiten und Weichen (die Wolle von den Rippen und der Flanke), die Seitenfläche der Hinterschenkel (Hose oder Keule), zu den *unedlen Theilen* rechnet man den Nacken, den Widerrist (die vorspringende Stelle zwischen Nacken und Hals), das Kreuz und den Rücken; noch geringer ist die Wolle von der Kehle, der Brust und den Füssen, vom Bauche und von der Stirne, die geringste ist die vom Wolfsbiss, d. h. vom hinteren Theile der Hinterschenkel. Die Abtheilungen der einzelnen Vliesstheile nach ihrer Uebereinstimmung in allen Eigenschaften und nach den Abstufungen in denselben heissen Sorten. Ehemals machte man nur vier solcher Sorten: Prima, Secunda, Tertia und Quarta; bei den Fortschritten in der Produktion edler Wolle fand man es aber für nothwendig, aus dem durch noch höhere Vollkommenheit sich auszeichnenden Theile der Vliesse besondere Sorten zu bilden, welche man Super-Elekta und Elekta nannte. Andererseits wurden auch für die gröberen Wollen noch zwei niedrigere Sorten, Quinta und Sexta angenommen. Die Grundlage der Sorten bildet nun zwar grösstentheils der Feinheitsgrad, aber stets unter der Voraussetzung, dass derselbe mit gewissen anderen Eigenschaften, wie Länge u. dergl. verbunden sei. Die Wolle, so wie sie im Handel vorkommt, enthält stets grössere Mengen von hygroskopischem Wasser, dessen Quantum blos nach der äusseren Beschaffenheit der Wolle nicht abgeschätzt werden kann. Der gewöhnliche Wassergehalt der käuflichen Wolle ist im Durchschnitt 14—16 pCt. Selbst in trockner Luft längere Zeit aufbewahrte Wolle enthält immer noch (je nach dem Grade ihrer Reinheit) 7—10 pCt. Wasser.

Spinnerei der Streichwolle. Die Verarbeitung der Wolle durch Spinnen zu Garn (Streichgarn oder Kammgarn) und durch Verweben des Garnes zu Tuchen oder Zeug begründet zwei Industriezweige, die durch Auswahl und Behandlung der sortirten Wolle wesentlich von einander verschieden sind, nämlich: 1) die Verarbeitung der Streichwolle oder die Fabrikation gewalkter oder rauher, überhaupt tuchartiger Wollstoffe, wozu man die Wolle durch Kratzen oder Streichen vorbereitet; 2) die Verarbeitung der Kammwolle oder die Fabrikation glatter Wollstoffe, wozu die Wolle durch Kämmen vorbereitet wird. Die

Streichwollverarbeitung tritt in der vollendeten Entwickelung in der Fabrikation des Tuches auf, die Kammwollverarbeitung in der des Thibets, welcher überhaupt als Repräsentant eines nicht gewalkten, glatten Wollstoffes zu betrachten ist. Zunächst haben wir es hier nur mit der Verarbeitung der Streichwolle zu Streichgarn zu thun, wobei folgende acht Operationen zu unterscheiden sind:

I. Die Wäsche der Wolle oder die Fabrikwäsche. Die sortirte Wolle, so wie sie im Handel vorkommt, enthält immer noch eine gute Portion Schweiss, wovon sie vollständig befreit werden muss. Sie wird daher zum zweiten Male gewaschen, um sie zu entschweissen oder entfetten, was das Ziel der Fabrikwäsche ist. Das Entfetten kann nur mit Hülfe alkalischer Flüssigkeiten geschehen, die aber so schwach alkalisch sein müssen, dass die Wollfaser selbst dadurch nicht angegriffen wird.

Die alkalischen Flüssigkeiten sind Gemenge von Flusswasser und gefaultem Menschenharne, oder auch eine Lösung von weisser Seife in Flusswasser, oder endlich eine schwache Sodalösung.

Die entschweisste Wolle wird unverzüglich mit reichlichen reinem Wasser gespült oder gewaschen, bis das Waschwasser klar von der Wolle abläuft. Nach dem Waschen muss die Wolle ausgewunden und dann an einem schattigen Orte getrocknet werden, weil sie an der Sonne leicht gelb wird. 100 Th. käufliche Wolle, welche schon vor der Schur mit Wasser gewaschen worden ist, verlieren durch die Fabrikwäsche 17—40 Th., und hinterlassen demnach 60—83 Th. reine trockne Wolle.

II. Das Färben der Wolle. Die gewaschene und entfettete Wolle wird in gewissen Fällen, wenn sogenannte wollfarbige Tuche erzeugt werden sollen, vor dem Verspinnen gefärbt, und alsdann ist das Färben diejenige Operation, die unmittelbar auf das Waschen der Wolle folgt. Das Färben in der Wolle eignet sich nur für sehr haltbare Farben, weil andere Farben durch die Walke, wobei Seife und gefaulter Harn zur Anwendung kommen, zerstört werden würden. Durch das Färben der Wolle entsteht eine Gewichtszunahme, die manchmal weniger als 1 pCt., öfters dagegen bis zu 12 pCt. beträgt.

III. Das Wolfen. Die gewaschene Wolle verlangt als erste Stufe der nun eintretenden Bearbeitung eine Auflockerung, wodurch man beabsichtigt, die dichteren Flocken in gewissem Grade zu zertheilen, und zugleich die noch vorhandenen mechanisch anhängenden Unreinigkeiten zu beseitigen. Diese Auflockerung wird mit Hülfe des Wolfes bewerkstelligt, der mit der gleichnamigen, für die Auflockerung der Baumwolle angewendeten grosse Aehnlichkeit hat

IV. Das Einfe ten. Bei der grossen Neigung der Wolle, sich zu filzen, würden die Wollfasern in der zum weiteren Entwirren bestimmten Maschine, der Krempel, leicht reissen, wenn man den Fasern nicht durch gewisse Zusätze Geschmeidigkeit und Schlüpfrigkeit ertheilte. In der Regel ist das hierzu angewendete Mittel Oel und zwar für feine Wolle Baumöl und Arachisöl, für rohe und grobe Wolle Rüböl und Thran. Die bei der Fabrikation von Stearinkerzen als Nebenprodukt abfallende Oelsäure ist zum Einfetten sehr gut statt des Baumöles anzuwenden, wenn sie frei ist von Schwefelsäure (welche die Kratzenbeschläge angreifen würde) und Stearinsäure (die durch ihre dickliche Beschaffenheit die Vertheilung der Oelsäure auf der Wolle erschwert). Für 100 Kilogr. Wolle zu Kettgarn werden 10—12 Kilogr. Oel, für 100 Kilogr. Einschussgarn 12—15 Kilogr. Oel gerechnet.

V. Das Streichen (Krempeln oder Kratzen) hat denselben Zweck wie das Krempeln der Baumwolle. Auch sind die Wollkratzmaschinen den Baumwollkrempeln sehr ähnlich. Das Kratzen der Wolle geschieht stets wenigstens zwei Mal nach einander, auf etwas von einander abweichenden Maschinen ausgeführt. Das erste Kratzen wird Schrubbeln oder Pelzen genannt und auf der Pelzkarde (Schrubbelmaschine) ausgeführt. Hier wird durch die Zusammenwirkung der mit Kratzleder begleiteten Walzen die Wolle noch weiter aufgelockert und als ein lose zusammenhängendes Vliess wieder abgenommen, welches sich dann in mehreren übereinander liegenden Schichten auf einer grossen Trommel zu einem sogenannten Pelze aufwindet. Das zweite Kratzen geschieht auf der sogenannten Lockenmaschine, die sich von der Pelzkarde dadurch unterscheidet, dass sie die bearbeitete Wolle nicht in Gestalt eines Vliesses abliefert, sondern dieselbe mit Hülfe eines besonderen Apparates, der Lockenwalze nebst Zubehör, in runde fingerdicke Locken verwandelt, deren Länge etwa 1 Meter beträgt. Diese Locken werden dann auf der Vorspinnmaschine aneinander gestückelt und zu Vorgespinnst weiter verarbeitet. In neuerer Zeit ist ein verbesserter Apparat allgemein eingeführt worden, der die Lockenmaschine entbehrlich macht.

Es ist nämlich an der letzten Kratzmaschine eine Vorrichtung angebracht, welche anstatt der Locken sogleich Vorgespinnst liefert, wodurch mithin das Vorspinnen als besondere Operation wegfällt. Maschinen dieser Art heissen Vorspinnkarden.

VI. Das Vorspinnen. Dort, wo die Vorspinnkarden noch nicht eingeführt sind und man noch nach älterem Verfahren die Wolle auf der oben erwähnten Lockenmaschine in Locken verwandeln lässt, müssen diese Locken in einer selbständigen Operation auf der Vorspinnmaschine, jedenfalls mit grösserem Aufwande von Zeit und Arbeitskraft in Vorgespinnst (Vorgarn) übergeführt werden. Die bei der Streichwollverarbeitung gebräuchlichen Vorspinnmaschinen kommen in zweierlei Art vor. Beide haben Aehnlichkeit mit der Mulemaschine, insofern die Spindeln sich auf einem Wagen befinden, welcher von dem feststehenden Theile der Maschine weggeführt, darauf wieder eingefahren wird und so fort. Allein das die Ausziehung der Fäden vollführende Streckwerk fehlt, das durch einen sehr einfachen Mechanismus ersetzt ist, indessen zur Herstellung des groben Vorgespinnstes vollständig hinreicht. Entweder lässt man nun alle Bewegungen der Maschine durch die Hand des Vorspinners hervorbringen, oder man construirt die Maschine so, dass wie bei dem Halbselfactor das Ausfahren des Wagens mit dem Ausziehen und Drehen der Fäden durch Dampf- oder Wasserkraft, und nur das Einfahren, wobei das Aufwickeln des Gespinnstes auf die Spindeln stattfindet, durch die Hand besorgt wird.

VII. Das Feinspinnen. Die Ueberführung des Vorgespinnstes, möge dasselbe von der Vorspinnkarde oder von der Vorspinnmaschine geliefert worden sein, in Garn geschieht durch die Operation des Feinspinnens auf der Feinspinnmaschine; sie ist nach Art der Mulemaschine gebaut, nur fällt das mehrcylindrige Streckwerk weg, das durch ein einziges Cylinderpaar, die Lieferungscylinder, ersetzt ist. In Folge dieser Veränderung wird auch die Arbeitsweise der Spinnmaschine eine andere als bei der Baumwolle, indem die Verfeinerung des Vorgespinnstes nicht mehr durch Cylinderverzug, sondern hauptsächlich durch Nachzug, zum kleineren Theile auch durch Wagenzug bewirkt werden muss. Die Feinspinnmaschine unterscheidet sich nur in wenigen Punkten von der Vorspinnmaschine. Die Drehung der Spindeln beim Feinspinnen ist jener beim Vorspinnen entgegengesetzt, das Vorgarn dreht daher zuerst sich auf und nimmt dann die verkehrte neue Drehung an. Dadurch wird die Streckung des Fadens beim Feinspinnen wesentlich befördert. Spinnt man Schussgarn, so hört mit eintretendem Stillstande des Wagens am Ende des Auszuges die Umdrehung der Spindeln sofort auf und es wird eingefahren. Wird dagegen das drallere Kettengarn gesponnen, so drehen sich die Spindeln noch einige Sekunden um, wenn auch der Wagen bereits stillsteht; dadurch erhält der Faden einen Zusatz von Drehung.

VIII. Das Haspeln des Wollgarnes geschieht in ähnlicher Weise wie das des Baumwollgarnes. Die Länge und Eintheilung der Strähne oder Stücke ist in den verschiedenen Ländern, ja oft in verschiedenen Spinnereien der nämlichen Gegend nicht gleich, indem nicht nur die Länge des einzelnen Haspelfadens (der Weifenumfang), sondern auch die Zahl der Fäden in einem Gebinde (Litze, Klapp) und der Gebinde im Strähn (Stück, Strang) abweicht. Die Feinheit des Wollgarnes bestimmt man durch Angabe der Anzahl Strähne, welche auf ein bestimmtes Gewicht (Zollpfund à 500 Grm. oder Kilogr.) gehen. Am zweckmässigsten und verständlichsten drückt man die Feinheit (wie in Belgien und zuweilen auch in Frankreich) durch die Anzahl Meter der Fadenlänge aus, welche 1 Kilogr. wiegt.

Kunstwolle. Die Kunstwolle oder Lumpenwolle ist derjenige Wollspinnstoff, der durch Zerreissen und Zerkratzen von Wolllumpen gewonnen und in sehr bedeutender Quantität statt neuer Schafwolle zu Garn und Geweben verarbeitet wird. Man unterscheidet zwei Arten von Kunstwolle, nämlich die sogenannte Mungo, eine kurzhaarige Sorte, die aus den Lumpen von gewalkten Wollstoffen gewonnen wird, und die Shoddy von längerem Stapel und von gestrickten Lumpen (Strumpfzeugen) herrührend. Ein wesentlicher Umstand bei der Fabrikation der Kunstwolle ist ein sorgfältiges Sortiren, welches in das Vorlesen, das Schneiden und das Sortiren im engeren Sinne zerfällt. Beim Vorlesen werden die nichtwollenen Bestandtheile ausgeschieden und die zurückbleibenden Wolllumpen durch eine Putzmaschine von Staub und anderen Unreinigkeiten befreit. Die gereinigten Lumpen werden nach den Hauptfarben zusammengeworfen und in kleine Stücke zerschnitten. Bei diesem Zerschneiden werden die Nähte sorgfältig herausgetrennt und zugleich alle baumwollenen, leinenen und seidenen Stoffe (vom Unterfutter, Taschen u. dergl. herrührend) beseitigt. Nächstdem werden die Lumpen nochmals in die Putztrommel gebracht und darauf nochmals sortirt. Das Ergebniss beim Sortiren ist ausserordentlich verschieden, je nach der Gegend und der Tracht des Landes, wo die Lumpen gesammelt wurden. Erfahrungsgemäss geben 100 Kilogr. Tuchlumpen, etwa 30 Kilogr. an Leder, Knochen u. s. w. Die

übrig bleibenden 70 Kilogr. roher Tuchlumpen liefern schliesslich 50 pCt. fertige Mungo, nachdem sie 4—10 pCt. Baumöl vor ihrer Zerfaserung auf den Maschinen erhalten haben. 100 Kilogr. roher Strumpflumpen ergeben dagegen im Durchschnitt 40—50 Kilogr. fertig sortirte, maschinenfertige Lumpen. Die Herstellung der Kunstwolle aus den maschinenfertigen Lumpen geschieht mit Hülfe eines Wolfes (Lumpenwolf), einer mittelst spitziger Stahlzähne und sehr schneller Bewegung wirkenden Maschine, in welcher die Lumpen zerrissen und in eine Menge loser Wollfasern verwandelt werden. Die Mungowolle wird von dem Lumpenwolf weg in Ballen gepackt und versendet, wogegen die Shoddywolle noch einer weiteren Behandlung auf einer gewöhnlichen Vorkratze oder Reisskrempel unterliegt, wobei sie 4—10 pCt. Baumöl erhält.

Tuchweberei. Das Tuch gehört zu den glatten Geweben, bei welchen die Einschlagfäden alternirend über und unter jedem folgenden Kettenfaden durchgezogen werden. Die charakteristische filzartige Decke, welche die Einschlag- und Kettenfäden verdeckt, erhält das Tuch erst durch die spätere Operation des Walkens. Was das Weben selbst anlangt, so stimmt die Tuchweberei gänzlich mit der Verfertigung der glatten leinwandähnlichen Stoffe überein. Gewöhnlich sind Kette und Schuss in einem Stücke Tuch von gleicher Feinheit; wenn diess nicht der Fall ist, so ist in der Regel seltener der Schuss als die Kette etwas feiner. Zu den Salleisten verwendet man stets gröbere Kettenfäden und von ordinärer Wolle.

Waschen und Walken des Lodens. In dem Zustande, in welchem das Streichwollgewebe vom Tuchmacherstuhle kommt, gleicht es nicht im Entferntesten demjenigen Fabrikate, das unter der Benennung Tuch im Handel sich findet. Das Gewebe, so wie es der Tuchmacher abliefert, ähnelt nämlich eher einem groben Leinengewebe, da Ketten- und Eintragfäden überall bloss und sichtbar liegen und die dem fertigen Tuche eigenthümliche Filzdecke, welche den Faden verdeckt, noch nicht vorhanden ist. Letztere Decke wird erst durch das Walken erzeugt. In Folge der grossen Verschiedenheit beider Zustände sind auch verschiedene Namen dafür üblich: das Tuchgewebe vor dem Walken heisst Loden, während nach dem Walken der Loden erst die Benennung Tuch erhält.

Dem Walken geht voraus das Noppen und das Waschen des Lodens. Ersteres hat den Zweck, aus dem Loden Knoten, Enden, fremde Körper wie Holz und Strohtheilchen, mit Hülfe einer kleinen Stahlzange zu entfernen. Durch das Waschen sollen Oel (von dem Einfetten), Leim (von der Schlichte) und Unreinigkeiten aus dem Loden entfernt werden. Als Reinigungsmittel wendet man an Schmierseife, Soda- oder Potaschelösung, die man mit Wasser in einen Trog bringt, in welchem der Loden warm und zwar in der Regel mit einer Waschmaschine behandelt wird.

Der Zweck des Walkens ist neben der eigentlichen Reinigung (wenn kein Auswaschen des Lodens vorher stattgefunden hat) oder auch des nur fortgesetzten Reinigens, wesentlich die Hervorbringung einer Verfilzung, durch welche die Fäden der Kette und des Einschlages verdeckt werden und das Gewebe die Beschaffenheit eines gleichförmigen, kurzhaarigen Pelzes annimmt. Die Verfilzung erstreckt sich keineswegs nur auf die Wollhärchen auf beiden Oberflächen des Tuches, sondern sie geht auch in das Innere dergestalt, dass die Ketten- und Einschussfäden kaum noch von einander getrennt werden können, ohne zu zerreissen. Die Bedingungen, unter denen das Walken stattfinden kann, sind Feuchtigkeit, erhöhte Temperatur und eine mechanische Behandlung, die knetend wirkt, so dass die einzelnen Garnfäden und die Wollfasern, aus denen die Garnfäden gebildet sind, gegen einander gedrückt und geschoben werden. Da während des Walkens das Gewebe zugleich entfettet werden soll, so muss das Wasser, das zum Walken dient, alkalisch gemacht werden. Diess geschieht fast allgemein durch gefaulten Harn, dessen Wirkung man entweder durch Seife (häufig Schmierseife) oder durch Walkerde (vergl. S. 315) unterstützt. Die Walkerde wird mit dem Harn angerührt, die Seife wird darin aufgelöst. Für ordinäre Tuche nimmt man Schmierseife, für feinere Palmöl-, ja selbst Olivenseife.

Das Walken geschieht mittelst der Walkmühlen. Bis auf die neuere Zeit behielt man das Princip bei, die Walkmühle durch den von schweren hölzernen Hämmern (daher der Name Hammerwalke) auf das in einem Troge befindliche Tuch ausgeübten Schlag wirken zu lassen. Gegenwärtig wendet man allgemein die Walzenwalken an, welche fast nur durch Druck oder wenigstens mit nur sehr schwachem Stoss wirken.

Rauhen und Scheren des Tuches. Um der durch das Walken erzeugten Filzdecke ein schöneres Ansehen zu geben, wird das Tuch gerauhet und dann geschoren, d. h. man

zieht die Wollhärchen in reichlicher Anzahl heraus und schneidet sie dann regelmässig zu einer dem Zweck entsprechenden Kürze ab.

1) Das Rauhen bezweckt, die während des Walkens des Tuches verwirrten und verfilzten Fasern auf der Oberfläche aufzulockern, emporzuheben, nach einer Richtung niederzustreichen (in den Strich zu legen) und dadurch zum Abscheeren vorzubereiten. Man bedient sich hierzu der Weberkarden (Weberdisteln von *Dipsacus fullonum*), die vermittelst ihrer zurückgebogenen, in Dornen auslaufenden Kelchschuppen wirken.

2) Das Scheren des Tuches, welches unmittelbar auf das Rauhen folgt und den Zweck hat, die durch das Rauhen aus der Filzdecke hervorgezogenen Wollhärchen, nachdem diese mit Hülfe einer Handbürste oder einer Bürstmaschine gegen den Strich aufgebürstet sind, zu gleicher Kürze abzuschneiden, wodurch erst das Tuch die glatte und schöne Oberfläche erlangt, die man an ihm zu sehen gewohnt ist. Das Scheren geschieht entweder mittelst Hand- oder Maschinenarbeit. Das Handscheren ist eine langwierige, mühsame und ziemlich schwierige Arbeit. Das Tuch wird streckenweise an den Salleisten über einen gepolsterten Tisch gespannt und dann dieser 18—24 Centimeter breite Theil der Breite nach mehrere Male nach einander abgeschoren. Die gegenwärtig allgemein eingeführten Schermaschinen sind die Cylinderschermaschinen, bei welchen mehrere Stahlblätter schraubenartig um einen eisernen Cylinder gewunden sind, dem man eine ununterbrochene rotirende Bewegung und zwar ununterbrochen in derselben Richtung giebt. Man unterscheidet Transversal-, Longitudinal- und Diagonalcylinderschermaschinen. *α*) Bei der Transversalschermaschine liegt der Cylinder nach der Länge des Tuches, und schreitet während seiner Drehung zugleich von der einen Kante des Stückes nach der anderen fort, wenn man nicht, was jedoch seltener der Fall ist, vorzieht, das Tuch sich nach seiner Breitenrichtung unter dem Cylinder fortbewegen zu lassen. *β*) Bei den Longitudinalschermaschinen bleibt der umlaufende Cylinder, welcher quer über die ganze Breite des Tuches von einer Leiste bis zur anderen sich erstreckt, stets an seinem Platze liegen und das Tuch geht mit ziemlich grosser Geschwindigkeit unter ihm, seiner Längenrichtung nach fort. *γ*) Zwischen den beiden vorstehenden Arten der Cylinderschermaschinen steht die Diagonal-Cylindermaschine, wobei mehrere Schercylinder schräg (in diagonaler Richtung) über der Tuchfläche angebracht sind, wodurch die bessere Arbeitsleistung der Transversalmaschine mit der Schnelligkeit der Longitudinalmaschine vereinigt werden soll. Die abgeschorene Wolle oder Scherwolle dient zum Auspolstern, oder auch in Tapetenfabriken zum Veloutiren.

Ausrüsten des Tuches. Ehe das Tuch fertige Waare ist, muss es noch durch drei Operationen, nämlich durch das Decatiren, das Bürsten und das Pressen vollends ausgerüstet werden.

1) Das Decatiren wurde früher nur angewendet, um das Tuch, welches in den Fabriken durch warmes Pressen mit schönem, aber nicht dauerhaftem Glanze versehen worden war, bevor es von dem Schneider verarbeitet wurde, von diesem künstlichen Glanze zu befreien und ihm einen dauerhafteren, wenngleich minder in die Augen springenden zu ertheilen. Gegenwärtig wird das Decatiren meist in den Fabriken selbst vorgenommen. Zu diesem Zwecke wickelt man das Tuch, möglichst straff angespannt, auf eine hohle, an den Enden offene, im Mantel mit vielen feinen Löchern versehene, kupferne Walze, und unterwirft es so in einem dicht verschlossenen Kasten der Einwirkung von heissen Wasserdämpfen. Hierdurch erhält das Tuch einen dauerhaften Glanz und die Eigenschaft, sich nicht mehr rauh zu tragen 2) Das Bürsten, früher nur angewandt, um das Haar nach dem Scheren wieder im Striche niederzulegen, findet jetzt weit ausgedehntere Anwendung. Gegenwärtig wird das Tuch nicht nur nach vollendetem Scheren gebürstet, sondern auch schon früher zwischen dem Scheren und sogar von Anfang desselben unmittelbar nach dem Rauhen. Die Bürstmaschinen, auf welchen das Tuch anhaltend gebürstet wird, enthalten durchgängig als Hauptbestandtheil einen ringsum mit steifen Bürsten von Schweinsborsten besetzten, in schnelle Umdrehung versetzten Cylinder, zuweilen auch zwei dergleichen, über welche das Tuch langsam hingeführt wird. Das Tuch ist hierbei entweder trocken oder nass, sei es durch vorläufiges Einweichen in Wasser oder durch Darauflciten eines Wasserstrahles in der Bürstmaschine selbst, oder mit Wasserdampf imprägnirt, mithin zugleich feucht und erwärmt 3) Das Pressen ist die letzte Zurüstung des Tuches, nach welcher dasselbe als fertige Waare in den Handel gebracht wird. Es soll dem Tuche Glanz und Schönheit ertheilen. Beim Pressen faltet man das Tuch in der Art zusammen, wie man es in den Handel bringt, und legt zwischen die einzelnen Lagen desselben Bogen von Glanzpappe (Pressspäne): feinere rechts, gröbere auf der linken Seite des Tuches. Man bringt

6—12 Stücke Tuch zugleich in die Presse. Zwischen jedes Stück kommt ein gewöhnlicher Pappbogen, sodann ein Brett, und zwischen je zwei Bretter eine erhitzte eiserne Platte.

Arten der tuchartigen Wollzeuge. Ausser den eigentlichen gewalkten und geschornen Tuchen fabricirt man noch eine grosse Anzahl tuchartiger Wollzeuge, von denen als die hauptsächlichsten die folgenden zu nennen sind:

Flanell ist glatt oder geköpert, nur wenig gewalkt, auf der rechten Seite ein Mal gerauht und entweder nicht oder nur ein Mal geschoren. Die Kette besteht oft aus Kammgarn, mitunter auch aus Baumwollgarn oder Floretseide, der Einschuss aber stets aus Streichwollgarn. Der Swanskin (Schwanenhaut) ist ein feiner und geköberter Flanell. Letzterem sehr ähnlich ist der Boi oder Boy. Kasimir ist ein feines und geköpertes Tuch, das nur ein Mal gerauhet, aber eben so oft geschoren ist als feines Tuch; das Haar ist kurz, deckt die Gewebfäden wenig und lässt den Köper durchblicken. Man fabricirt auch Kasimir mit Kette aus Kamm- oder auch Baumwollgarn. Fries, Flaus, Coating ist gröber, dicker und langhaariger als Tuch, stark gewalkt aber wenig gerauhet und noch weniger geschoren. Die Ausrüstung nach dem Scheren besteht in Bürsten und heissem Pressen. Zuletzt wird der Stoff mit Tragantwasser überstrichen, geplättet, mit Baumöl befeuchtet und endlich wieder geplättet. Eine feinere und nicht geköperte Art Fries heisst Damenfries oder Lady-Coating, schwerere und kurzgeschorene Sorten werden Castories genannt. Die durch dickeres Gespinnst, festere Walke und ein wenig kürzer geschorenes Haar ausgezeichneten Friessorten werden als Sibirienne, Kalmouck (auch Biber) und Düffel unterschieden. Der Buckskin ist geköperter, ungerauheter, aber auf der rechten Seite glatt geschorener Beinkleiderstoff. Leichtere Sorten davon werden Doeskin genannt. Kirsei ist ein grobes, nicht appretirtes (mithin weder gerauhetes noch geschorenes) Zeug zu Mänteln für Militair, die Marine, Eisenbahnbedienstete und dergl. Hierher gehören auch die Kotzen zu Fussdecken, Pferdedecken und dergl., der Papiermacherfilz, ein grober, geköperter, locker gewebter, wenig gewalkter, nicht gerauheter und nicht geschorener Stoff, welcher in der Papierfabrikation als Zwischenlage der geschöpften Papierbogen dient und da er die Feuchtigkeit absorbiren soll, eine schwammige Beschaffenheit zeigt. Das Filztuch, ein Tuch durch blosse Filzung von Wolle, ohne alles Spinnen und Weben verfertigt, das vor etwa 20 Jahren grosses Aufsehen machte, ist jetzt bereits so gut wie verschwunden. Die zum Verfilzen bestimmte Schafwolle wird, wie bei der Verfertigung gewebten Tuches, zuerst entfettet, gereinigt und gewolft, sodann auf die Pelzkarde in eine regelmässige, dicke, wattenähnliche Schicht verwandelt und dann gefilzt.

Kammwolle. Die Verarbeitung der Kammwolle. Wie Seite 527 erörtert wurde, ist die Kammwolle oder lange Wolle das Material zur Herstellung des Kammgarn; letzteres zeigt einen schlichten, glatten Faden, dessen lange Fasern möglichst parallel neben einander liegen und dient zur Fabrikation der glatten Wollstoffe. Man unterscheidet eigentliches Kammgarn und Halbkammgarn (Sayettengarn), welches letztere den Uebergang von Kammgarn zum Streichgarn ausmacht und durch diejenigen Garne gebildet wird, die zum Sticken, Stricken, in der Strumpfwirkerei, zur Teppichfabrikation, zu Posamentierarbeiten u. s. w. Anwendung finden. Obgleich das Halbkammgarn immer aus langer Wolle gesponnen wird, so wird doch diese Wolle nicht gekämmt, sondern gekrempelt, das von der Karde abgezogene Band wird dann wie ein gekämmter Zug auf den Kammgarnmaschinen zu Garn verarbeitet. Das Kammgarn besteht entweder nur aus Schafwolle, oder aus Mohair und Alpaka oder aus Gemischen von Wolle und Baumwolle, Wolle und Seide. Letztere Garne führen den Namen Phantasiegarne.

Die Fabrikation der glatten Wollzeuge (Kammwollzeuge) fällt so ziemlich mit der Fabrikation der Leinwand zusammen, was das Spulen und Schweifen, Aufbäumen und den Webstuhl anlangt. Einige Kammwollzeuge sind fertig, so wie sie vom Webstuhl kommen, andere bedürfen einer Appretur, die sich jedoch ganz nach der Art des Zeuges, dem Geschmack der Consumenten u. s. w. richtet.

Von der überaus grossen Anzahl glatter Wollzeuge sind als die hauptsächlichsten die folgenden zu nennen:

A. *Glatte Stoffe.* Der Perkan wurde vormals nur aus Kamelhaaren gefertigt, jetzt stellt man ihn aus Kammgarn dar, wenn er durch Mangen gewässert worden ist, heisst er Moor. Der Orleans besteht aus gezwirnter Baumwollgarnkette und einfachem Kammgarn-

eintrag. Der vom Webstuhl kommende Stoff wird gesengt, gewaschen, gefärbt, geschoren und zuletzt warm gepresst. Der Bombasin mit Kette und Schuss aus Kammgarn, wird behufs des Ausrüstens geschoren, gesengt und gepresst. Der Kamlot, früher aus Kamelgarn gefertigt, besteht aus Kammgarnschuss und Kette. Der Kripon ist aus stark gedrehtem Kammgarne zur Kette und loserem zum Einschuss gewebt. So wie er vom Webstuhl kommt, wird er schwarz oder grau gefärbt, dann auf eine Walze geschlagen und in Wasser gekocht, um ihn kraus zu machen. Das Mühlbeuteltuch aus stark gedrehtem Kammgarne gewebt, wird zu Mehlbeuteln und Beutelmaschinen angewendet. Zu den glatten Kammwollzeugen gehören ferner der Wollstramin, der Wollmusselin und der Chaly (Wollmusselin, jedoch mit seidener Kette). Hierher gehören auch die sogenannten Bradforder Artikel (gemischte Stoffe aus Alpaka, Mohair, Baumwolle, Seide, so z. B. ein Alpakagewebe mit Seidenkette unter dem Namen Lavella).

B. *Geköperte Stoffe.* Der Merinos mit drei- oder vierfädigem Köper, ist beidrecht, wird gesengt und geschoren und durch Mangen oder heisses Pressen mit Glanz appretirt. Nicht glänzend appretirter und weicherer Merino heisst Thibet. Andere Köpersorten mit 3, 4 oder 5 Schäften bilden die Sergen. Atlasähnliche Gewebe sind der Kalmang (Kalomank oder Kalmink) und der Lasting (zu Cravatten, Damenschuhen, Möbelüberzügen). Das Oelpresstuch für die Presssäcke der Oelmühlen ist ebenfalls ein geköperter Stoff von Kammgarn aus besonders starker und zäher Wolle.

C. *Gemusterte oder façonnirte Stoffe* treten hauptsächlich als Westen- und Hosenstoffe, ferner aus Schuhstramin (Schuhkord), als Woll- oder Möbeldamast auf. Auch die Shawls und Umschlagetücher sind hierher zu rechnen, deren Grundgewebe entweder gänzlich aus Kammgarn (bei den Kaschmir-Ternauxshawls aus Kaschmirwolle) oder aus floretseidener, in geringeren Quantitäten Baumwollkette und Kammgarnschuss besteht. Die wollenen Shawls, sogenannte Plaids, Tartans, Kabyles liefern besonders England und der Zollverein.

D. *Sammtartige Stoffe.* Der Wollsammet, der Wollplüsch, der Velpel. Von dem Sammet unterscheidet sich der Plüsch und der Velpel nur durch die Länge der Haare, welche beim Plüsch grösser als beim Sammet, und beim Velpel am grössten ist. Die sammetartigen Wollstoffe werden als Möbel-, Futter-, Vorhang-, Kragen-, Mützenstoffe u. s. w. angewandt. Sie werden mehr oder minder dicht gewebt, mit längerem oder kürzeren Flor versehen, kommen geschnitten und ungeschnitten vor und erhalten die Specialbenennungen: Astrakan, Krimmer, Biber, Castorin, Utrechter Sammet etc.

Die Verarbeitung der Seide.

Allgemeines. Die Seide unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Baumwolle, dem Flachse und Hanfe und der Wolle, dass die Natur sie bereits in Form eines langen und feinen Faden liefert, so dass bei ihrer Verarbeitung die Arbeit des Spinnens, die aus den übrigen kurzhaarigen Webmaterialien erst den Faden bereitet, überflüssig wird. An die Stelle des Spinnprocesses tritt das Filiren oder Mouliniren der Seide, wobei mehrere natürliche Fäden neben einander gelegt und vereinigt werden, um einen dichteren und stärkeren Faden zu erhalten.

Die Seide stammt von dem Seidenspinner oder Maulbeerspinner (*Bombyx mori*) her, welcher gleich den verwandten Arten einer vierfachen Verwandlung unterworfen ist. Aus dem durch die Frühjahrswärme gereiften Ei (Samen, Grains) bildet sich eine Raupe, die Seidenraupe (Seidenwurm), die je nach der Art des Seidenspinners bei fortschreitendem Wachsen drei bis vier Mal sich häutet und sich dann zur Verpuppung einspinnt. Zu dem Ende giebt die Raupe durch zwei Oeffnungen ihres Kopfes eine zähe klebrige Flüssigkeit als zwei besondere Fäden von sich, welche im Augenblicke des Hervortretens zu einem flachen Doppelfaden sich vereinigen, der im ununterbrochenen Zusammenhange fortlaufend den Cocon bildet, welcher der darin verborgenen Puppe zum Schutze gegen Temperatureinflüsse und Nachstellungen dient. Die beiden den Cocon bildenden Fäden sind zu einem Doppelfaden durch eine Art glänzenden Firnisses, Gummi genannt, verbunden, der zu gleicher Zeit ihre ganze Oberfläche einhüllt und gegen 35 pCt. vom Gewicht des Ganzen ausmacht. Nach 15—21 Tagen ist aus der im Cocon befindlichen Puppe ein Schmetterling geworden, der, um sich einen Ausweg aus dem Cocon zu verschaffen, aus seinem Munde einen

eigenthümlichen Saft absondert und dadurch eine Stelle des Cocons erweicht und diese durchbricht. Behufs der Seidengewinnung wird jedoch dieser Zeitpunkt nicht abgewartet, sondern der Schmetterling oder vielmehr die Puppe noch in dem Cocon getödtet, mit alleiniger Ausnahme der zur Fortzucht bestimmten Cocons. Der Cocon ist das Material der Seidengewinnung, indem der aufgewickelte Faden sorgfältigst wieder abgewickelt wird.

Der Seidenbau. Arten des Seidenspinners. Die Hauptvarietät desjenigen Schmetterlinges, der die Seide producirt, ist, wie oben erwähnt, *Bombyx mori*, dessen Nahrung die Blätter des weissen Maulbeerbaumes (*Morus alba*) sind. Ausser dem Maulbeerspinner giebt es aber noch verschiedene Seidenraupenarten, von denen einige Beachtung verdienen, nämlich:

a) *Bombyx Cynthia*, den die Eingebornen des innern nordöstlichen Theiles von Bengalen in grosser Menge ziehen. Er wird von den Hindus Arrindy arria genannt. Die Raupe desselben lebt auf der Ricinusstaude (*Ricinus communis*) und die Seide, welche der Cocon liefert, ist obgleich nicht so schön wie die des Morusspinners, doch eine sehr nützliche, weil sie eine sehr dauerhafte ist. Die Ricinusraupe ist weniger empfindlich als die Maulbeerraupe und lässt sich nicht blos mit Ricinusblättern, sondern auch mit der Weberkarde (*Dipsacus fullonum*), der wilden Cichorie (*Cichorium Intybus*) und den Blättern des (*Aylanthus glandulosa*) ernähren. Versuche, die Ricinusraupe in Deutschland und Frankreich einheimisch zu machen, haben nicht ungünstige Resultate gegeben.

b) *Bombyx Pernyi* ist in China und der Mongolei einheimisch und nährt sich von Eichenblättern. Es ist vor einigen Jahren in Frankreich gelungen, einige Raupen dieser Race mit europäischen Eichenarten zum Einspinnen zu bringen.

c) *Bombyx mylitta*, die Tussahraupe, ist in allen Theilen Bengalens bis in die Berge des Himalaya, wo das Klima rauher ist als in den Ebenen von Hindostan, einheimisch. Die Seide dieser Raupe bildet einen beträchtlichen Handelsartikel in Bengalen. Sie nährt sich von der Eiche und den Blättern anderer bei uns vorkommender Bäume. Diese Raupen häuten sich fünfmal und liefern sehr grosse Cocons. Der Faden des Cocons ist 6—7 Mal stärker als der des gewöhnlichen Seidenwurmes. Leider kann die Tussahraupe nicht künstlich und in der Gefangenschaft aufgezogen werden.

Hinsichtlich der Zucht der Seidenraupe sind nachstehende Punkte zu erörtern:

1) Der Anbau der Maulbeerbäume, worunter nach den bisherigen Erfahrungen der weisse mit weissen, gelben oder röthlichen Früchten das geeignete Futter für die Seidenraupen abgiebt, die Behandlung der Bäume in der Samenschule, das Versetzen zu Spalieren oder ins Freie, die Pflege der Bäume u. s. w. ist Gegenstand der Landwirthschaft.

2) Die Erzeugung der Eier oder Grains geschieht auf folgende Weise: Unter den frischen Cocons sucht man diejenigen aus, die am grössten und festesten sind und einen feinen Faden haben. Die Cocons der weiblichen Schmetterlinge sind gewöhnlich oval, jene des männlichen Geschlechtes an beiden Enden etwas zugespitzt und in der Mitte ringförmig eingedrückt. Wenngleich die weiblichen und die männlichen Cocons nicht mit Gewissheit unterschieden werden können, so muss man bei der Auswahl der Cocons doch obige Kennzeichen berücksichtigen, um so viel als möglich eine gleiche Anzahl von Schmetterlingen beider Geschlechter erwarten zu können. 100 bis 120 Paare gut ausgebildeter Cocons liefern gegen 30 Grm. Eier oder etwa 50,000 Stück, von welchen gewöhnlich aber nur höchstens 70—75 pCt. Raupen auskriechen.

Die Cocons werden auf mit Leinwand bedeckten Tischen sich selbst überlassen. Nach etwa 12 Tagen kommen die Schmetterlinge zum Vorschein und begatten sich. Die Weibchen legen dann nach etwa 40 Stunden 3—400 Eier.

3) Das Ausbrüten der Eier. In den Seidenzüchtereien überspannt man hölzerne Reifen oder Rahmen mit grober und dünner Leinwand, streut die Samen recht dünn und gleichmässig über die Leinwand aus und bringt die Reifen oder Hürden in das Brutzimmer. Dabei bedeckt man die Eier mit einem Blatt Papier,

welches mit vielen kleinen Löchern durchstochen ist, und legt darauf klein geschnittene Maulbeerblätter.

In Frankreich findet die Benutzung der Couveusen — Oefen zum Ausbrüten der Grains — mehr und mehr Anwendung, weil man durch dieselben das regelmässige Auskriechen der Raupen mehr sichert; namentlich ist die Beschaffung einer feuchten Wärme bis 30° C., welche für die ersten Altersstufen der Raupen so gedeihlich ist, durch die Couveusen besser erreichbar. Vom 8. oder 10. Tage an beginnen die Raupen aus den weisslich gewordenen Eiern auszukriechen und begeben sich ihrer Neigung zum Lichte und zur Nahrung folgend, durch die Löcher des Papieres nach den Maulbeerblättern, mit welchen man sie abheben und in die Fütterungsräume bringen kann.

4) Die Aufziehung der Raupen geschieht in den Rauperien oder Magnanerien. Zur Unterbringung der Raupen befinden sich in der Magnanerie geräumige Gestelle, die in horizontale Fächer getheilt sind. Letztere werden aus Rohr- oder Weidengeflecht oder mit Netzen bespannten hölzernen Rahmen gebildet, über welche man Papierbogen ausbreitet. Man bringt die Raupen auf dieses Papier und giebt ihnen die nöthigen Maulbeerblätter, in der ersten Zeit im zerschnittenen Zustande.

Die Seidenraupe zeichnet sich durch erstaunlichen Appetit und durch schnelles Wachsthum aus; ihr Leben, von dem Ausschlüpfen aus dem Ei bis zum Einspinnen gerechnet, theilt sich durch das Wechseln der Haut, welches viermal erfolgt, naturgemäss in fünf Lebensalter, die an Dauer einander ziemlich gleich sind. Vom 30.—32. Tage an beginnt das Einspinnen. Nach der ersten und zweiten Häutung erhalten sie allmälig immer mehr Futter, da die Raupen, nachdem sie sich von der Anstrengung erholt haben eine steigende Esslust zeigen.

5) Das Einspinnen der Raupen. Wenn nach der vierten Häutung die Zeit des Einspinnens herannahet, so bereitet man den Raupen aus Birkenreisern Betten (Spinnhütten). Man bringt die spinnreifen Raupen auf Tellern in die Spinnhütten, vertheilt sie mit den Händen zwischen die Reiser, wo sie sich selbst den bequemsten Ort zum Einspinnen aufsuchen.

Sobald die Raupe einen zur Coconbildung passenden Ort erwählt und daselbst ihre ersten Fäden (die später vorsichtig abgezupft und für sich gesammelt werden und die Flockseide, eine Sorte aus der zum Theil die Florettseide besteht, bildet) befestigt hat, so entledigt sie sich noch einer festen, weissen oder grünen Substanz, die eine grosse Menge Harnsäure enthält; einige Zeit nachher sondert sie eine farblose, wasserhelle, stark alkalische Flüssigkeit ab, die eine Lösung von 1,5 pCt. kohlensaurem Kali ist. Letztere räthselhafte Ausleerung beträgt 15—20 pCt. des Gewichtes der Raupe. In 4—5 Tagen ist die Bildung der Cocons beendigt, doch werden dieselben von den Reisern erst bis zum 7. oder 8. Tage abgenommen, um sicher zu sein, dass sämmtliche Raupen mit der Operation des Coconspinnens zu Ende sind.

Was die chemische Beschaffenheit des Seidenfadens betrifft, so hat man zu unterscheiden zwischen der eigentlichen Faser und der dieselbe umhüllenden Substanz. Die eigentliche Faser besteht zur Hälfte etwa aus Fibroïn, welches nach neuern Untersuchungen von Städeler in nächster Beziehung zur Hornsubstanz und zum Schleime steht und die chemischen Eigenschaften dieser Körper besitzt. Die Zusammensetzung des Seidenfibroïns wird nach Vogel durch die Formel $C_{48}H_{38}N_8O_{17}$ ausgedrückt. Der gummiartige Ueberzug, über dessen chemische Natur so viel wie nichts bekannt ist, löst sich zum Theil in Wasser, leicht in Seifenwasser oder andern alkalischen Flüssigkeiten. Die Rohseide hinterlässt nach dem Verbrennen geringe Mengen Asche, Guinon fand in bei 100° getrockneter piemontesischer Rohseide 0,64 pCt. Asche, die 0,526 Kalk und 0,118 pCt. Thonerde und Eisenoxyd enthielt. Mulder fand in 100 Th. Rohseide:

	gelbe aus Neapel	weisse aus der Levante (Almasinseide)
Fibroïn	53,4	54,0
leimgebende Substanz . .	20,7	19,1
Wachs, Harz und Fett . .	1,5	1,4
Farbstoff	0,05	—
Albumin	24,4	25,5

6) Das Tödten der Puppen in den Cocons. Die Puppe bleibt in dem Cocon 15—20 Tage und bildet sich zu einem Schmetterlinge aus, der endlich den Cocon durchbricht und ausschlüpft. Die nicht zur Fortpflanzung bestimmten Cocons darf man begreiflicherweise nicht bis zur Entwickelung des Schmetterlings sich selbst überlassen, weil durch das Herausbrechen des Schmetterlings der Zusammenhang des Seidenfadens zerstört werden würde und durchbissene Cocons nur einen geringen Werth haben. Man muss demnach die in den Cocons befindliche Puppe tödten, was entweder mittelst Ofenwärme oder heisser Wasserdämpfe geschieht.

Zubereitung der Seide.

Die Zubereitung der Seide, d. h. die Ueberführung der Cocons in Fäden, die sich als Nähseide, als Webmaterial u. s. w. eignen, zerfällt in 6 Operationen, nämlich in 1) Das Sortiren der Cocons geht dem Abwickeln des Seidenfadens von dem Cocon voraus. Es muss mit grosser Sorgfalt geschehen, weil nur gleichartige Sorten zusammen mit Vortheil verarbeitet werden können und soll bezwecken 1) nicht nur eine Trennung der weissen Cocons von den gelben, sondern auch 2) eine Ausscheidung aller schad- und fehlerhaften Cocons, die sich zum Abhaspeln nicht eignen und nur noch zur Florettseide verwendbar sind. Zu letzteren sind zu rechnen schimmlig gewordene, durch Insekten angefressene, durchbissene (durch Ausschlüpfen der Schmetterlinge), durch Faulen der Puppen, fleckig gewordene Cocons u. s. w. Durch das Sortiren will man 3) die tadellosen Cocons nochmals trennen in mehrere Sorten, wobei die Feinheit des Fadens, deren Schönheit und Grad der Ablösbarkeit zu berücksichtigen ist, damit man beim Abwickeln möglichst gleichartige Seide gewinne.

2) Das Haspeln oder Spinnen der Seide ist die erste jener Arbeiten, welche die Gewinnung des Seidenfadens von dem getödteten und sortirten Cocon zum Zwecke haben. Sie besteht darin, dass der Faden, welcher von der Raupe während des Einspinnens zu einem Knäuel aufgewickelt wurde, von dem Cocon abgewickelt und auf einem Haspel aufgewunden wird, so dass er die Gestalt eines Strähnes annimmt. Bei dieser Arbeit nimmt man, da der einzelne Seidenfaden viel zu fein und zart ist, in der Regel 3—10, bei gröbern Seidensorten bis zu 20 zusammen, die durch das Haspeln zu einem Faden vereinigt werden. Dieses Abhaspeln oder Abwickeln würde nun eine höchst einfache Arbeit sein, sobald man das Ende des Fadens aufgefunden hat, wenn die Windungen der Coconfäden nicht mit einer klebenden Substanz an- und aufeinander geleimt wären, wenn ferner nicht die innerste und dichte Lage des Cocons das Abwickeln überhaupt desselben verböte. Der übrige Faden lässt sich abwinden, sobald der leimartige Ueberzug durch heisses Wasser erweicht worden ist. Von den von dem Cocon abgehaspelten Doppelfäden werden, wie erwähnt, mehrere zu einem zusammengesetzten Faden verbunden. Die erweichte leimähnliche Substanz bewirkt dann auch bei ihrem nachherigen Wiederaustrocknen das Zusammenkleben der zu einem Faden vereinigten Coconfädchen, welche nur durch diesen Leim und keineswegs durch Zusammendrehen mit einander verbunden sind. Die Länge des von normal ausgebildeten Cocons abzuhaspelnden Seidenfadens beträgt 250—900 Meter. Um lange Strähne zu bilden, ist daher ein häufiges Anstückeln, eine Ersetzung der abgelaufenen Cocons durch neue erforderlich, wobei man jedoch nicht ausser Acht lässt, dass an einem Cocon der Faden nicht überall gleich stark, sondern nach aussen zu stärker ist, weshalb die Anzahl der zusammen abzuhaspelnden Cocons nicht constant zu bleiben hat. Sobald der innere Theil einiger Cocons zur Abhaspelung kommt, hat die Hasplerin den Faden durch Hinzufügung eines Cocons zu verstärken. Ein Cocon giebt 0,16—0,20, höchstens

0,25 Grm. Rohseide. Dem Gewichte nach rechnet man im Durchschnitt auf 1 Kilogr. Rohseide 10 Kilogr. frisch getödteter oder 7—8, ja selbst 12 Kilogr. trockner Cocons.

Die gehaspelte Seide heisst Rohseide, Ratzenseide, Grezseide. Man verlangt von ihr, dass sie als ein runder, glatter (d. h. von Knoten und Flocken befreiter), reiner und glänzender, fester und starker Faden von gleicher Dicke erscheine, ferner, dass die Fäden im Strähne nirgends an einander geklebt seien.

3) Das Mouliniren oder Zwirnen der Seide. Der einfache Rohseidenfaden ist für die meisten Anwendungen der Seide, mögen sich dieselben auf Sticken und Stricken, auf Weberei oder Strumpfwirkerei beziehen, erst dann anwendbar, wenn mehrere solcher Fäden durch Zusammendrehen zu einem vereinigt worden sind. Dort, wo man einfache Seidenfäden benutzt, giebt man denselben vorher durch Drehung Zusammenhang, Dichte und Rundung. Unter Zwirnung versteht man die Vereinigung zweier oder mehrerer Fäden durch Drehung, unter Drehung dagegen die gleiche Behandlung des Rohseidenfadens.

Die Hauptarten der gezwirnten Seide sind folgende: 1) Organsinseide, die zur Kette der Seidenzeuge dient, ist aus der besten Sorte Rohseide dargestellt. Man haspelt hierzu den Rohseidenfaden von 3 bis zu 8 Cocons, giebt demselben vor dem Mouliniren eine starke Drehung rechts (in dem Sinne wie bei Schrauben) und moulinirt dann zwei solcher gedrehter Rohseidenfäden zusammen. 2) Tramaseide, zum Einschusse und zur Verfertigung von Seidenschnüren dienend, wird aus geringeren Cocons gefertigt. Man haspelt gewöhnlich 3—12 Cocons. Unter einfädiger Trama versteht man einen einfachen, für sich gedrehten Rohseidenfaden; die zweifädige Trama besteht aus zwei, nicht gedrehten Rohseidenfäden, die links, aber weniger scharf gezwirnt sind als Organsin; die dreifädige aus drei u. s. w. Die Tramaseide ist weicher und flacher als die Organsinseide und füllt daher in den Seidenzeugen besser als runde Fäden. 3) Maraboutseide, die sich durch dralle Zwirnung, Steifigkeit und peitschenschnurähnliche Härte auszeichnet, wird aus drei Fäden der weissesten Rohseide nach Tramaart moulinirt, dann, ohne die Seide zu entschälen, gefärbt und nach dem Färben nochmals gezwirnt. 4) Poilseide ist ein einfacher Rohseidenfaden, der aus mehreren gedrehten Coconfäden besteht; sie dient als Unterlage für Gold- und Silberfäden, Tressen und dergl. 5) Nähseide wird aus Rohseidenfäden von 3 bis 22 Cocons auf verschiedene Weise gedreht; die Strick- oder Häkelseide ist ebenfalls der Nähseide ähnlich, aber stärker.

4) Das Titriren und Conditioniren der Seide. Den Feinheitsgrad (*titre*) der Rohseide, sowie der gezwirnten Seide drückt man dadurch vergleichbar aus, dass man angiebt, wie viel Mal eine gewisse Fadenlänge in einer gewissen Gewichtseinheit enthalten ist. Die zu Grunde gelegte Fadenlänge ist gleich 400 Ellen oder 475 Meter. Spricht man von einer Seide von 10 Grains, so heisst dies, dass dieses Gewicht eine Fadenlänge von 475 Meter hat; eine Seide von 20 Grains hat die nämliche Länge von 475 Meter, aber das doppelte Gewicht, sie ist daher nur halb so fein als die erstgenannte Seide.

Die Seide, die rohe wie die gezwirnte, enthält stets grössere Menge von hygroskopischem Wasser, dessen Quantum blos nach der äussern Beschaffenheit der Seide nicht abgeschätzt werden kann. Der gewöhnliche Wassergehalt der käuflichen Seide beträgt im Durchschnitt 10—18 pCt. Unter Umständen kann die Seide sogar bis über 30 pCt. Wasser aufnehmen, ohne eigentlich feucht zu erscheinen. Bei einer Waare von so hohem Preise wie die Seide ist das hygroskopische Verhalten der Seide in mercantiler Hinsicht von hohem Belang, da es Veranlassung zu absichtlicher und unfreiwilliger Täuschung und zu Collisionen giebt, und begreiflicherweise einen nachtheiligen Einfluss auf den Seidenhandel ausübt, insofern man darüber im Unklaren bleibt, wie viel wirkliche Seidensubstanz in einem gegebenen Gewichte Seide enthalten ist. Um den genannten Uebelstand zu beseitigen, wird die Seide conditionirt, d. h. es wird jeder zu verkaufenden Seide der Wassergehalt durch Untersuchung einer Probe dieser Seide von der Behörde bestimmt. Die Anstalten, in denen das Conditioniren vorgenommen wird, heissen Seidenconditions- oder Trocknungsanstalten.

5) Das Entschälen der Seide. Der Rohseidenfaden, wie er in dem Cocon vorkommt, ist mit einem eigenthümlichen Ueberzuge, der die Ursache der

verschiedenen Farbe ist und der Seide eine gewisse Härte, Rauhigkeit und Steifheit ertheilt, versehen. Zu gewissen Zwecken, so zu Mühlbeuteltuch, zu Gaze, zu Krepp etc. ist diese Beschaffenheit erwünscht, in den meisten anderen Fällen ist es aber nöthig, die Seide von diesem Ueberzuge zu befreien, was durch das Entschälen der Seide geschieht. Die Seide heisst dann entschälte oder gekochte Seide und besitzt dann nicht nur die erforderliche Weichheit, den eigentlichen Seidenglanz, sondern auch die Fähigkeit, die Farbstoffe beim Färben vollkommen anzunehmen.

Das Entschälen der Seide zerfällt in drei Operationen, nämlich in

1) das Degummiren,
2) das Kochen,
3) das Schönen.

Das Degummiren geschieht auf folgende Weise: Man löst Baumölseife in warmem Wasser, erwärmt die Lösung bis auf 85° C., hängt dann die Seide mit Hülfe eines Stockes in ihren Strähnen in das Seifenbad ein, und dreht die Strähne so oft auf dem Punkte herum, bis die Seide überall von ihrem firnissartigen Ueberzuge hinreichend befreit ist. Die so gereinigte Seide wird hierauf aus dem Seifenbade genommen, ausgerungen, in Wasser gespült und getrocknet. Durch das Degummiren verliert die Seide, theils nach der Menge des Firnissüberzuges, theils nach der Quantität der verwendeten Seife, 12—25 pCt. an Gewicht. Im degummirten Zustande ist die Seide geeignet, mit dunklen Farben gefärbt zu werden, für helle Farben muss sie dagegen dem Kochen unterworfen werden. Zu dem Ende giebt man die degummirte Seide in Säcke aus grober Leinwand, so dass in jeden Sack 12—16 Kilogr. Seide kommen, und bringt die Säcke in ein ähnliches Seifenbad. In diesem Bade wird die Seide anderthalb Stunden lang gelassen; hierauf wird dieselbe herausgenommen, ausgerungen und gespült. Die letzte Arbeit des Entschälens, das Schönen, hat den Zweck, der Seide eine schwache Färbung und dadurch ein angenehmeres Ansehen zu geben. Man unterscheidet verschiedene Nüancen von Weiss, nämlich chinesisches Weiss, Azurweiss, Perlweiss etc. Ersteres (mit röthlichem Schimmer) erhält man, indem man die Seide durch laues Seifenwasser mit einer geringen Beimengung von Orlean zieht. Die bläulichen Nüancen ertheilt man der Seide durch Indig (Lösung von geschlämmtem Indig). Das vollkommene Bleichen der entschälten Seide geschieht durch die Einwirkung der schwefligen Säure, entweder dadurch, dass man die Seidensträhne in dem Schwefelkasten durch Verbrennen von Schwefel schwefelt, oder dass man sie mit einer wässerigen Lösung von schwefliger Säure behandelt.

Da eines Theils die Seide durch das Entschälen zu viel an Gewicht, überhaupt an Körper verliert, andern Theils aber die rohe Seide nur selten gefärbt werden kann, so hat sich nach und nach in der Praxis eine Mittelstufe zwischen der abgekochten und der rohen Seide gebildet, der sogenannte Souple. Er wird erhalten durch Behandeln der Strähne mit einem siedenden Wasserbade mit sehr wenig Seife (auf 25 Kilogr. Seide 1 Kilogr. Seife), oder mit einer Lösung von mit Schwefelsäure versetztem Bittersalz oder Glaubersalz. Der Gewichtsverlust der Seide beträgt hierbei 4—8 bis 10 pCt.

Um die Rohseide zu bleichen, ohne ihr die natürliche Steifheit zu entziehen, digerirt man die Strähne bei einer Temperatur von 20—30° mit einem Gemenge von Salzsäure und Alkohol. Die Flüssigkeit nimmt hierbei eine grüne Farbe an und in dem Verhältnisse, wie die Intensität der Farbe zunimmt, wird die Seide weiss. Sie wird hierauf ausgerungen, in Wasser gespült und abgetrocknet. Der Gewichtsverlust beträgt demnach 2,91 pCt. Nach der Neutralisation der zurückbleibenden Flüssigkeit mit Kreide kann man durch Destillation den grössten Theil des Alkohols wieder gewinnen.

Die Seidenweberei. Die Fabrikation der Seidenzeuge stimmt im Wesentlichen mit jener der Gewebe aus Baumwollgarn, Leinengarn, Kammwollgarn überein. Wie Seite 539 angeführt, dient fast durchgängig Organsinseide als Kette, Trama als Schuss. Die gemischten Stoffe haben Baumwollgarn, oder Garn aus Kammwolle, Alpaka und Mohair zum Einschuss, während die Kette Seide ist. Häufig ist die Kette oder der Schuss, oder auch beide, ein mehrfacher, aber nicht gezwirnter Faden, dadurch erreicht man eine grössere Dicke und Dichte des Gewebes, ohne dass dasselbe ein grobes Aussehen erhält. Einer eigenthümlichen Ausrüstung bedürfen die Seidenzeuge nicht, so wie

sie vom Webstuhle kommen, sind sie fertige Waare, sie werden blos zusammengelegt und in einer Presse glatt gepresst. Die leichteren Sorten von Atlas und Taffet werden jedoch gummirt und cylindrirt; zu diesem Behufe wird das in einem grossen Rahmen horizontal ausgespannte Gewebe auf der unteren Seite mit einer dünnen Tragantlösung mit Hülfe eines Schwammes überstrichen, schnell getrocknet und dann durch eine Kalander gelassen, deren eiserne Walze durch einen glühend eingelegten eisernen Bolzen geheizt ist. Schwere Seidenstoffe erhalten oft durch Druck auf die theilweise befeuchtete Fläche einen wellenartigen Schimmer (Moirirung), sammetartige Seidenzeuge erhalten zuweilen vertiefte oder erhabene Zeichnungen durch Pressen mit gravirten Metallflächen (Gaufriren).

Die seidenen Zeuge zerfallen in 1) glatte; 2) geköperte; 3) gemusterte Stoffe; 4) Gaze oder Flore; 5) Sammet.

a) Zu den glatten seidenen Geweben gehören 1) der Taffet, worunter man die leichteren, aus entschälter Seide gewebten glatten Zeuge versteht, bei welchem die Kette Organsin und 1fädig, der Einschlag Trama und 2- bis 3fädig ist, 2) der Gros (*Gros de Tours, Gros de Naples*), ein dichter taffetartiger Stoff, der aus besonders starken Fäden in Kette und Schuss gewebt ist und deshalb wie mit einer Art regelmässigen Kornes bedeckt oder, wenn dicke mit dünnen Fäden wechseln, gerippt erscheint.

b) Zu den geköperten Geweben gehören: 1) die verschiedenen Sergen (*Croisé, Levantin, Drap de soie, Bombasin*), von welchen die von der Kette den grösseren Theil zeigende Seite die rechte ist; 2) der Atlas oder Satin in seinen Varietäten: einfacher, doppelter, halber und Sergenatlas.

c) Zur gemusterten Arbeit gehören alle figurirte, gewürfelte und geblümte Seidengewebe (Droguet, Chagrin, Satinet, Rips, Seidendamast, Brillantstoff, Pequin).

d) Zu den sammetartigen Geweben gehören 1) der ächte Sammet (geschnitten oder ungeschnitten, 2) der Plüsch.

e) Zu den Seidengazen oder Flören rechnet man 1) den Marle, 2) den Seidenstramin, 3) den Krepp oder Flor, 4) die Beutelgaze, und 5) den Barège (leichter durchsichtiger Seidenstoff).

Endlich sind hier auch die gemischten Gewebe anzuführen, deren Bedeutung von Jahr zu Jahr zunimmt. Die Verbindung oder Mischung verschiedener Webmaterialien hat einerseits zum Zweck, ein unedleres oder billigeres Material mit einem edleren oder theueren in einer Weise zu verbinden, dass das erstere möglichst wenig sichtbar erscheint, und hierdurch der Stoff einem solchen, welcher ganz aus dem besseren Material dargestellt ist, täuschend ähnlich wird. Dieser Zweck ist in dem Streben begründet, Fabrikate von werthvollerem Aeusseren zu möglichst billigem Preise zu liefern. Andererseits dient auch die Verbindung verschiedenartiger Webmaterialien dazu, eine grosse Mannigfaltigkeit in den Geweben herzustellen. Der verschiedene Reflex der einzelnen Farben auf Seide, Wolle, Alpaka, Mohair, Baumwolle und Leinen, je nach der Beschaffenheit des Gespinnstes und des Materiales, das eigenthümliche Verhalten der aus den genannten Materialien hergestellen Fäden hinsichtlich der Feinheit, Haltbarkeit, Elasticität, Angriff u. s. w. sind Eigenschaften, welche grosse Abwechslung und Modificationen in der Herstellung der Gewebe erlaubt.

Unterscheidung der Seide von der Wolle und den vegetabilischen Gespinnstfasern.

Durch das gegenwärtig sehr gebräuchliche Verspinnen und Verweben von Seide und Wolle, Seide und Baumwolle, ist ein einfaches Mittel, Seide von den übrigen Webmaterialien zu unterscheiden, Bedürfniss geworden. Ebenso wie bei der Prüfung der Leinen- und Baumwollfaser gründen sich auch hier die Prüfungsmethoden auf Verschiedenheiten im chemischen Verhalten oder auf unter dem Mikroskope wahrnehmbare Verschiedenheiten in der Gestalt.

Was zunächst die Unterscheidung der thierischen Fasern (Seide, Wolle, Alpaka) von den pflanzlichen (Flachs, Hanf, Baumwolle) betrifft, so ist das Kochen mit *Kalilösung* entscheidend, Seide und Wolle lösen sich auf, der Zellstoff der Pflanzenfasern löst sich nicht auf. Fäden von Seide und Wolle einer Lichtflamme genähert, entzünden sich und verbreiten den bekannten Geruch nach verbrennenden Federn, brennen aber nur so lange fort, als man sie in der Flamme lässt. Zieht man sie zurück, so verlöschen sie sogleich und an dem angebrannten Ende bleibt eine schwarze kohlige Masse sitzen, welche dicker ist als der Faden selbst; Fäden von Leinen und Baumwolle brennen fort, bilden keine kohlige voluminöse

Masse und entwickeln nicht den widrigen Geruch. *Salpetersäure* von 1,2—1,3 spec. Gew. färbt Wolle und Seide gelb, Baumwolle und Leinen nicht. *Salpetersaures Quecksilberoxyduloxyd* bewirkt mit den thierischen Webmaterialien eine intensive rothe Färbung, die auf Zusatz von Schwefelalkalimetall in eine schwarze übergeht; Leinen und Baumwolle erleiden hierdurch keine Veränderung. Eine wässrige Lösung von *Pikrinsäure* färbt Seide und Wolle intensiv gelb, die vegetabilischen Fasern dagegen nicht. In neuerer Zeit wendet man zur Ermittelung von Baumwolle oder Wolle in Seidenzeugen das *Kupferoxyd-Ammoniak* in Verbindung mit überschüssigem Ammoniak an, wodurch Baumwolle und Seide, letztere zuerst, gelöst werden, während Wolle ungelöst zurückbleibt. Wenn Wolle und Florettseide zusammengekrempelt und in dem nämlichen Faden gemischt vorkommen, so kann man durch successives Behandeln mit gewöhnlicher Salpetersäure und Ammoniak die Seide auflösen, während die Wolle nicht zerstört wird; man kann auf diesem Wege selbst eine annähernd genaue quantitative Prüfung beider Materialien ausführen.

Unter dem Mikroskope sind Baumwolle, Wolle und Seide mit Leichtigkeit von einander zu unterscheiden. Als Kennzeichen der Baumwolle (vergl. S. 361) dient deren platte, bandförmige Beschaffenheit, die lange Zelle unter Wasser gesehen, ist in der Regel pfropfenzieherartig um sich selbst gewunden; das sicherste Kennzeichen der Wolle sind seine dachziegelförmig angeordneten Oberhautschuppen, die schon bei 30facher Vergrösserung als dicht neben einander liegende unregelmässige Querlinien sichtbar sind. Während also die Baumwollfaser nur aus einer Zelle besteht, das Wollhaar aber, wie die Haare (Alpaka und Mohair) überhaupt, aus zahlreichen neben und über einander liegenden Zellen gebildet wird, ist der Seidenfaden, gleich dem Coconfaden der Raupen und der Spinnen, ein erhärtetes Secret. Der Seidenfaden (Fig. 196) ist glatt, walzenförmig, structurlos, ohne eigentliches Ende und ohne Innenhöhle; die Breite des Fadens ist in der Regel überall dieselbe. Die Oberfläche ist glänzend und nur in seltenen Fällen nimmt man kleine Unebenheiten und Eindrücke wahr.

Will man einen verwebten Seidenfaden auf seine Aechtheit prüfen, so zerfasert man denselben unter Wasser auf der Glastafel, bedeckt ihn mit einem Deckglase und betrachtet denselben bei 120—200facher Vergrösserung. Die runde glänzende, verhältnissmässig schmale Seide ohne Innenhöhle (Fig. 197 *S*) unterscheidet sich sofort von dem ungleich breiteren und beschuppteren Wollhaar (Fig. 197 und 198 *W*) und von der platten, bandförmigen und gedrehten Baumwolle (Fig. 198 *B*). Unter dem Mikroskope lässt sich ferner leicht entscheiden, ob der Seidenfaden (wie die Organsin- und Tramaseide) aus parallel neben einander liegenden Coconfäden besteht, oder ob er (wie die gesponnene Florettseide) gedreht ist.

Fig. 196.

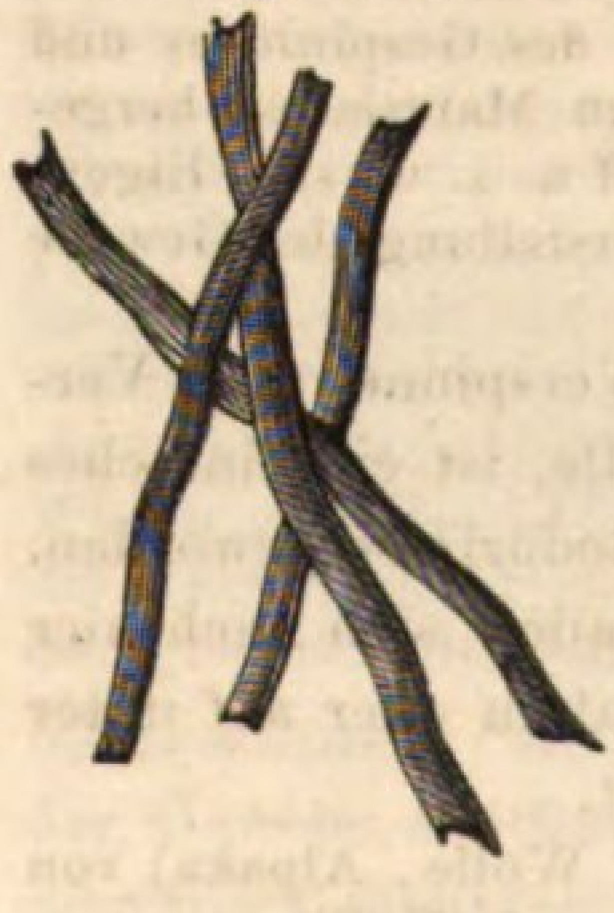


Fig. 197.



Fig. 198.



Die Gerberei.

Allgemeines. Der Zweck der Gerberei ist die Ueberführung der Haut (hauptsächlich der der Säugethiere) in Leder d. h. in die bekannte Substanz, welche bei genügender Festigkeit, Biegsamkeit und Geschmeidigkeit, sich von der enthaarten Haut dadurch unterscheidet, dass sie der Fäulniss in hohem Grade widersteht und beim Kochen mit Wasser entweder nicht (wie das lohgare Leder) oder nur nach längerer Zeit (wie das alaungare Leder) in Leim verwandelt werden kann. Der Process der Ueberführung der enthaarten und vorbereiteten Haut, der sogenannten Blösse, in Leder, ist, so verschieden auch die in der Praxis angewendeten Mittel sein mögen, im Wesentlichen ein auf physikalische Principien zurückzuführender. In seinem weiteren Begriffe ist nach der Definition von Knapp Leder nichts als Haut, in welcher man durch irgend ein Mittel das Zusammenkleben der Fasern beim Trocknen verhindert hat.

Die Gerberei war bis auf die neueste Zeit ein empirisches Gewerbe und erst durch die genaue Kenntniss der Anatomie der Haut, das Studium des Gerbstoffes und überhaupt der Gerbmaterialien hat man die Grundlage geschaffen, die da sein musste, ehe man an eine Erforschung des Wesens des Gerbeprocesses denken konnte. Das, was man in letzterer Hinsicht weiss, verdankt man den lichtvollen Untersuchungen Fr. Knapp's.

Nicht die Haut im weiteren Sinne des Wortes ist es, die der Gerber verarbeitet, sondern die gereinigte Haut oder die Blösse, mit anderen Worten die auf chemischem und mechanischem Wege von den meisten übrigen Gebilden und Stoffen möglichst befreite Lederhaut (Corium).

Das Gerben in seiner allgemeinsten Bedeutung soll zweierlei bewirken, nämlich 1) die Neigung der Haut zu faulen möglichst aufzuheben, 2) der Haut die Eigenschaft zu ertheilen, nach beendigtem Trocknen nicht mehr als hornartige Masse, sondern als wahrnehmbar fasriges, nicht durchscheinendes und mehr und weniger geschmeidiges Gewebe aufzutreten.

Eine Haut, welche diese Eigenschaften zeigt, wird mit dem Namen „gar“ bezeichnet und der von dem Wort gar abgeleitete Ausdruck Gerben drückt sehr gut aus, dass es sich bei dem Gerbeprocesse zuvörderst um die Gare handelt, gleichviel ob dieselbe durch dieses oder jenes Mittel erreicht worden sei. Auf die Herstellung der Gare der Haut sind zwar alle Hauptarbeiten, nämlich das Reinmachen der Haut (oder die Herstellung der Blösse), das eigentliche Gerben und das Zurichten des Leders, von Wichtigkeit, doch ist der Einfluss der Gerbung (im engern Sinne) vorherrschend. Das eigentliche Gerben kann mit einer grossen Anzahl organischer und unorganischer Stoffe ausgeführt werden; im Grossen haben sich jedoch nur einige dieser Substanzen als vortheilhaft erwiesen, diese sind

1) die Gerbsäure in der Loh- oder Rothgerberei,
2) Alaun und Kochsalz in der Alaun- oder Weissgerberei,
3) Fett in der Sämisch- oder Oelgerberei.

Die Anatomie der Thierhaut. Die Haut der Säugethiere besteht, wenn man von den Haaren absieht, aus mehreren Schichten. Die obere, sehr dünne, von den Haaren durchdrungene Bedeckung, die Oberhaut oder Epidermis, ist halb durchsichtig und aus mit Kernen versehenen Zellen gebildet, und umfasst als äusserste Lage die Hornschicht, ein abgestorbenes, an dem Lebensprocess nicht mehr concurrirendes Gewebe, welches in Folge der Abnutzung, der die Körperoberfläche ausgesetzt ist, abgestossen und durch das darunter liegende Malpighi'sche Netz, eine noch lebende, aus mit Flüssigkeit angefüllten und kernhaltigen Zellen bestehende Schicht, ersetzt wird. Letztere Haut (die Schleim- oder Netzhaut) stellt den Apparat für die Hautausdünstung und für den Tastsinn dar und bildet die sogenannte Narbe (*fleur*) auf der Haarseite des Felles. Endlich findet sich eine weit dickere Lage eines nicht

mehr aus Zellen- sondern aus Bindegewebefasern bestehenden Gewebes, die Lederhaut (*corium, derma*) genannt, welches die intermediäre Haut und die eigentliche Lederhaut umfasst. Sie ist das eigentliche Substrat der Lederbereitung. Unter dem Corium liegt das Unterhautzellgewebe oder die Fetthaut; diese Seite der Haut bildet die Aas- oder Fleischseite. Die Haare sind reine Epidermisgebilde und sitzen in dem Corium nur mittelbar, unmittelbar aber in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut.

Alle Bestandtheile der Haut, die Zellen der Epidermis, wie die Bindegewebefasern des Coriums und das Gewebe der Unterhaut, haben das mit einander gemein, dass sie in kochendem Wasser aufschwellen, gallertartig werden und durch fortgesetztes Kochen in Leim übergehen. Die Schnelligkeit, mit welcher die Umwandlung der Haut in Leim erfolgt, ist verschieden bei den Häuten verschiedener Thiere, indem die Leimbildung bei Häuten grosser und ausgewachsener Thiere schwieriger und langsamer erfolgt, als bei den Häuten kleiner und junger Thiere. Die Bindegewebefasern gehen durch fortgesetzte Einwirkung von Essigsäure in eine durchscheinende Gallerte über, in welcher jedoch die Fasern in ihrer ursprünglichen Textur enthalten sind. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure verhalten sich wie Essigsäure. Alkalische Laugen lösen die Fasern des Bindegewebes ebenfalls auf, die Formfasern des Bindegewebes leisten den Säuren und Laugen längere Zeit Widerstand. Kalk- und Barytwasser verändern die morphologische Eigenschaft des Bindegewebes nicht, lockern aber den festen Zusammenhang desselben und gestatten die Isolirung fasriger Formelemente aus demselben. In das Kalk- und Barytwasser geht ein Eiweisskörper in Lösung, an dessen Anwesenheit im Bindegewebe das feste Aneinanderkleben der leimgebenden Formelemente geknüpft ist. Der nämliche Eiweisskörper wird auch von verdünnten Mineralsäuren angegriffen.

Auf das eigenthümliche Verhalten der Hauptformelemente der Haut zu alkalischen und sauren Flüssigkeiten gründen sich theilweise die vorbereitenden Operationen der Gerberei. Der Process des Gerbens selbst beruht dagegen auf dem Verhalten des Coriums zu Agentien anderer Art und Wirkungsweise. Die Bindegewebefaser geht nämlich mit der Gerbsäure, verschiedenen Metalloxyden wie der Thonerde, dem Eisenoxyd, dem Chromoxyd, ferner mit oxydirtem Fett, dann mit fettsauren Metalloxyden (unlöslichen Metallseifen), endlich mit Pikrinsäure, Pininsäure (aus Colophonium) und gewissen andern organischen Substanzen Verbindungen ein, ähnlich wie die Thier- und Pflanzenfaser mit den Farbstoffen. Alle diese Agentien, *Gerbematerialien* genannt, haben die Bestimmung, sich auf die Bindegewebefasern niederzuschlagen, dieselbe einzuhüllen und so das Zusammenkleben der Faser beim Trocknen zu verhindern. Einige Gerbematerialien, wie das Tannin, hüllen die Faser dergestalt ein, dass ein Zusammenkleben vollkommen unmöglich wird und die Haut beim Trocknen ohne weiteres Zuthun sogleich geschmeidig auftritt; bei andern Gerbemitteln, wie bei den Thonerdeverbindungen geht zwar ein Zusammenkleben vor sich und die Haut erscheint nach dem Trocknen dicht und hornähnlich, der Zusammenhang der Fasern ist aber kein inniger und die Haut kann durch Ziehen und Dehnen (durch das sogenannte Stollen) vollständig die Eigenschaften des Leders erlangen.

I. Die Roth- oder Lohgerberei.

Gerbematerialien. Die Roth- oder Lohgerberei, die sich mit der Umwandelung der Haut in roth- oder lohgares Leder befasst, verwendet als Materialien gerbstoffhaltige Vegetabilien und Häute.

Was die gerbstoffhaltigen Vegetabilien betrifft, deren sich der Gerber bedient, so enthalten dieselben durchgängig als wesentlichen Bestandtheil einen adstringirenden Stoff, Gerbsäure, Tannin oder Gerbstoff genannt, welcher in den verschiedenen Pflanzen verschieden ist, aber sich dadurch charakterisirt, dass er sauer reagirt, zusammenziehend schmeckt, mit Eisenoxydsalzen eine schwarze oder grüne Färbung giebt, Leimlösung fällt und Thierhaut in Leder verwandelt. Von dem Galläpfelgerbstoff ist es erwiesen, dass er sich durch Säuren und

durch Gährung in Zucker und in Gallussäure spaltet, welche letztere zur Lederfabrikation nicht mehr geeignet ist. Die Gerbsäure der Eichenrinde scheint nicht gespalten werden zu können, ein für die Zwecke der Gerberei wichtiger und dieselben begünstigender Umstand. Jede Gerbsäure wird durch alkalische Flüssigkeiten (Kalkwasser, Kaliläuge, Ammoniak) bei Luftzutritt unter Bildung von braunen Humussubstanzen sofort zerstört.

Eichenrinde. Das wichtigste und durch nichts zu ersetzende Gerbematerial ist die Eichenrinde (Eichenborke), worunter man die innere, zwischen der äussern Rinde und dem Splint befindliche Rinde mehrerer Eichenarten, *Quercus robur* und *Q. pedunculata* versteht. Im westlichen und südlichen Deutschland befinden sich Eichenschälwaldungen, in welchen die Ausschläge in 9—15jährigem Alter zur Gewinnung der besseren dünnen Rinde, der sogenannten Spiegelborke, geschlagen werden. Die zerkleinerte Eichenrinde führt den Namen Lohe. Nach Bestimmungen von E. Wolff finden sich in der Eichenrinde folgende Mengen Gerbstoff:

			Alter der Stämme im Jahre
In der rauhen Rinde mit Borke fanden sich	10,86 pCt.	Gerbstoff	41—53
„ „ Bastschicht der alten Rinde „ „	14,43 „	„	41—53
„ „ Glanzrinde „ „	13,23 „	„	41—53
„ „ rauhen Rinde u. Glanzrinde „ „	11,69 „	„	41—53
„ „ Bastschicht und Glanzrinde „ „	13,92 „	„	41—53
„ „ Glanzrinde „ „	13,95 „	„	14—15
„ „ Glanzrinde „ „	15,83 „	„	2—7

Die Fichtenrinde (gewöhnlich von *Pinus sylvestris*), ist eines der vorzüglichsten Gerbematerialien, welches bei Erzeugung des Sohlleders häufig verwendet wird. Man schält in den Fichtenwäldern die Mittel- und kleinen Bauhölzer sofort nach dem Fällen ab. J. Feser fand in der Fichtenrinde folgende Mengen Gerbstoff:

Bestand	Alter	Boden	Gerbstoff-Procent-Gehalt
geschlossener Bestand	18 Jahre	sandiger Lehm	5,00
„	25 „	„	12,20
„	35 „	„	13,00
„	35 „	„	15,00
„	35 „	„	9,60
„	35 „	„	7,00
„	55 „	„	8,80
„	55 „	„	5,00
freier Bestand	55 „	„	11,00
unterdrückter Bestand	55 „	„	8,00
„	120 „	Kalkboden	12,20

In Steiermark und Oberösterreich wendet man anstatt der Fichtenrinde die Tannenrinde (mit 4—8 pCt. Gerbstoffgehalt), in Ungarn und an der Militärgrenze die Erlenrinde (mit 3—5 pCt. Gerbstoffgehalt) an. Die Ulmenrinde (mit 3—4 pCt. Gerbstoff), die junge Rosskastanienrinde (mit etwa 2 pCt. Gerbstoff) und die Buchenrinde (mit 2 pCt. Gerbstoff) finden hie und da ebenfalls zum Gerben Anwendung. Die meisten Gattungen der Weide liefern von den jüngeren Zweigen eine zum Gerben des Leders, namentlich desjenigen, welches zu den sogenannten dänischen Handschuhen verarbeitet wird, sehr brauchbare Rinde (der Gerbstoffgehalt beträgt 5—7 pCt.). In Russland wird die Rinde der Sandweide zur Bereitung des Juften angewendet.

Von den vielen einheimischen gerbstoffreichen Pflanzen, die zum Anbau sich eignen, ist besonders *Polygonum bistorta* beachtenswerth, welches, wie die Untersuchungen von C. Fraas zeigen, 17—21 pCt. Gerbstoff enthält.

Sumach. Nächst der Eichen- und Fichtenrinde ist der Sumach oder Schmack eines der am häufigsten angewendeten Gerbematerialien, welches jährlich in sehr bedeutenden Mengen aus Syrien, und Südeuropa, neuerdings auch aus Nordamerika und Algerien importirt

wird. Er besteht aus den Blättern und Blattstielen eines Strauches, des sogenannten Gerber-Sumachs (*Rhus coriaria* und *Rh. typhina*), welcher in den genannten Ländern theils wild wächst, theils besonders angebaut wird. Man sammelt die Wurzelschösslinge, welche im Monat Juni in die Erde gelegt werden, und im dritten Jahre bereits so weit gediehen sind, dass die Stengel und Blätter derselben abgehauen werden können. Die abgehauenen Stengel und Blätter werden dann getrocknet, und hierauf die Blätter mit den Blattstielen mittelst Stöcken abgeschlagen. Die abgeschlagenen Blätter und Blattstiele werden zwischen Mühlsteinen zermalmt, gesiebt und in Säcke verpackt in den Handel gebracht. Der Sumach kommt im Handel nie anders als gepulvert vor und zwar in Gestalt eines gröblichen Pulvers von bald gelbgrüner, bald graugrüner Farbe. Er enthält 12—18 pCt. Gerbsäure; in lange Zeit aufbewahrten Sumach ist der Gerbstoff in Folge einer freiwilligen Gährung zum grossen Theile in Gallussäure und Traubenzucker umgesetzt. Neben der Gerbsäure findet sich in dem Sumach noch ein gelber Farbstoff, welcher mit dem Quercitrin identisch zu sein scheint.

Nicht zu verwechseln mit dem Sumach ist der unächte Sumach, auch venetiarischer und italienischer Sumach genannt, welcher aus den gemahlenen und gestampften Blättern, jungen Zweigen und der Rinde des Perückenbaumes (Färbersumach, Rujastrauches, Skumpina, *Rhus cotinus*, von welchem das Visetholz stammt) besteht. Der Rujastrauch ist im Banat an der Militärgrenze, in Siebenbürgen und Illyrien und selbst in der Gegend von Wien heimisch. Die grösste Menge des venetianischen Sumachs wird in Ungarn und in der Türkei zum Gerben gebraucht. In Tyrol gerbt man damit Ziegen-, Schaf- und leichte Kalbsfelle, und nennt dort das Pulver Rausch.

Dividivi. Ein anderes Gerbematerial sind die Dividivi oder Libidibi, flache, etwa 6 Centimeter lange, Sförmig gebogene, etwas rauhe, braunrothe Schoten, die glatte, eiförmige, glänzende, olivengrüne Samen enthalten und von einem in Caraccas und Maracaibo und auf mehreren Inseln der Antillen wachsenden Baume, der *Caesalpinia* oder *Poinciana coriaria* herrühren. Sie wurden zuerst im Jahre 1768 von den Spaniern nach Europa gebracht und statt der Knoppern für Gerberzwecke empfohlen. Der in der äussern Rinde der Schote enthaltene Gerbstoff — Müller fand in den Schoten über 49 pCt., H. Fleck 32,4 pCt., R. Wagner 18—25 pCt. — macht zwar die Dividivi zu einem brauchbaren, doch theuern Gerbematerial geeignet, doch werden sie zuweilen in der Färberei benutzt. Dasselbe gilt von dem Bablah oder dem indischen Gallus, den Schoten der in Ostindien wachsenden *Acacia Bambolah;* es giebt davon mehrere Sorten, die von *Acacia arabica*, *Ac. cineraria* und *Ac. Sophora* gesammelt und in den Handel gebracht werden sollen. H. Fleck fand darin 20,5 pCt. Gerbstoff.

Die Algarobilla, die von Chile eingeführten Samenkapseln von *Prosopis pallida* (oft mit Rinde gemengt) sind in England versuchsweise zum Gerben angewendet worden. Die aus Ostindien (Bombay) kommenden Myrobalanen (die Früchte von *Terminalia citrina*, *T. Bellirica*, *T. Chebula*) enthalten zu wenig Gerbstoff, um in der Gerberei ausgedehntere Anwendung finden zu können.

Galläpfel. Mit dem Namen Galläpfel bezeichnet man die bekannten kugligen Auswüchse, welche an den jungen Zweigen und Blattstielen verschiedener Eichenarten, namentlich der *Quercus infectoria* durch den Stich des Weibches der Gallwespe (*Cynips gallae tinctoriae*) sich bilden, das Insect legt seine Eier in die durch den Stich entstandene Oeffnung, um welche dann bald durch den Ausfluss der Säfte und durch die Erweiterung der Drüsen des Zellgewebes pathologische Anschwellungen entstehen, in welchen die Eier ausgebrütet werden. Man sammelt die Galläpfel zu verschiedenen Zeiten, ehe das Insect darin ausgebildet ist, zu welcher Zeit die Galläpfel am reichsten an Gerbsäure sind, ferner, wenn das ausgebildete Insect anfängt, seine Hülle zu durchbrechen, und endlich zu der Zeit, wo sämmtliche Galläpfel entleert und trocken geworden sind. Darnach unterscheidet man drei Hauptsorten: die schwarzen, die grünen und die weissen Galläpfel. Die schwarzen und grünen Galläpfel heissen die Anschwellungen, die zu der Zeit eingesammelt wurden, als die Gallwespe noch nicht völlig ausgebildet war und vor dem Ausschlüpfen in dem Gallapfel starb; sie zeigen daher aussen keine Oeffnung, aber im Innern einen scharf abgegrenzten kugligen Kern, der aus einer hellbraunen zerreiblichen Substanz besteht und in seiner kleinen Centralhöhle die vertrocknete Larve enthält. Die Galläpfel sind gewöhnlich kuglig und oben, seltener an den Seiten, mit unregelmässigen Höckern besetzt; übrigens sind sie glatt und schwärzlichgrün und wie grau bestäubt; die Höcker sind gewöhnlich hellbraun. Die weissen oder gelben Galläpfel sind eingesammelt worden, nachdem die Gallwespe darin ausgebildet und nach Durchbohrung ihrer Hülle entflohen ist; sie sind durchschnittlich grösser und

schwammiger als die vorigen und unterscheiden sich von den vorigen durch ihre röthliche oder bräunlichgelbe Farbe; im Innern findet sich nicht nur eine Höhlung, sondern auch ein kleines rundes Loch, welches von der Peripherie des Gallapfels in diese Höhlung führt. Obschon in allen Ländern Europa's Galläpfel sich bilden, so sammelt man doch nur die aus den südlichen Gegenden, indem die bei uns vorkommenden oft nur 3—5 pCt. Gerbstoff enthalten. v. Fehling fand in Aleppo-Galläpfeln 60—66 pCt., H. Fleck 58,71 pCt. Gerbstoff, ausserdem 5,9 pCt. Gallussäure.

Knoppern. Von den Knoppern, die den Galläpfeln zunächst stehen, unterscheidet man unnatürliche oder eigentliche Knoppern und natürliche oder orientalische Knoppern.

Die unnatürlichen (oder pathologischen) Knoppern sind ebenso wie die Galläpfel braune Auswüchse des Eichbaumes, welche durch den Stich einer Gallwespe, *Cynips Quercus calycis*, entstehen, nur mit dem Unterschiede, dass sie sich nicht auf den Zweigen und Blattstielen, sondern aus dem Saft der jungen Eicheln (aber nicht der Fruchtbecher, wie man früher annahm) bilden. Sie umgeben die Eichel meist nur an einer Seite, seltener ganz. Die Knoppern kommen in dem Handel in unregelmässigen, unebenen, eckigen, braungelben Stücken bis zu Wallnussgrösse vor; an der einen Seite ist die verkümmerte Eichel sichtbar, durch deren Verwundung sie entstanden, oder, falls die Eichel fehlt, die durch sie bewirkte schalenförmige Vertiefung. Man sammelt sie besonders in Ungarn, Mähren, Slavonien, Steiermark, Krain und bringt sie in den Handel. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt 45 pCt. Die Knoppern finden vielfach zur Bereitung von lohgarem Sohl- und Fahlleder Anwendung, welchem sie eine schöne braune Farbe mittheilen. Seit einer Reihe von Jahren kommt auch Knoppernextract im Handel vor.

Die natürlichen (oder physiologischen) Knoppern, auch Valonia, Acker- oder Eckerdoppen genannt, sind keine Auswüchse als Folge von Insectenstichen, sondern sind die natürlichen Fruchtbecher der auf griechischen Inseln, in Kleinasien und Syrien vorkommenden *Quercus aegilops* und *Valonia camata*. Die grossen Fruchtbecher sind durch abstehende, stumpfe oder eckige, sehr grosse, dicke Schuppen (Bracteen) charakterisirt; sie kommen theils mit, theils und meist ohne Eichel vor. Im letzteren Falle sind sie geschätzter. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt 40—45 pCt.; in Valoniamehl, welches durch Mahlen eichelhaltiger Waare erhalten worden war, fand Wagner in dem einen Falle 19, in dem anderen 27 pCt. Gerbstoff.

Chines. Galläpfel. An die vorstehenden Produkte des Eichbaumes schliessen sich an die sogenannten chinesischen Galläpfel, die seit dem Jahre 1847 im Handel sich finden und aus China, Japan und Nepal kommen. Es sind blasige Anschwellungen, welche durch den Stich von *Aphis chinensis* an einer Sumachart, der *Rhus javanica* oder *Rh. semialata* sich bilden und meist länglich walzenförmig, aber auch plattgedrückt, birnförmig, kuglig vorkommen und auf ihrer mit gelblich-grauem Filz bedeckten Oberfläche mancherlei hohle Höcker und Zacken zeigen. Ihre Länge variirt von 3—10 Centimeter und ihre Dicke von 1,5—4 Centimeter; ihre Wände sind dünn, hornartig, durchscheinend und spröde. Sie zeichnen sich durch hohen Gehalt von Gerbstoff, nämlich 60—70 pCt. aus. Seit etwa dreissig Jahren werden in der Gerberei ausländische gerbstoffhaltige Extracte vielfach angewendet, welche in der Medicin unter dem Namen Catechu und Kino längst schon Verwendung finden.

Catechu. Das Catechu oder Cachou wird durch Auskochen des Kernholzes von *Acacia catechu* in Ostindien und vorzüglich in Bengalen und auf Coromandel, Coliren der Abkochung und Eindampfen bis zur Trockniss bereitet; diese Sorte Catechu (Bombay-Catechu) kommt in ungleich grossen und unregelmässigen, meist quadratischen, unten glatten und oben schwach gewölbten Stücken im Handel vor, die mit Blättern einer Palmenart durchzogen sind. Auf dem Bruche erscheint es fettglänzend von lederbrauner bis schwarzbrauner Farbe. Aussen sind die Stücke matt und leicht zerreiblich. Eine andere Catechuart (bengalisches Catechu), die aus den Nüssen von *Areca catechu* dargestellt werden soll, kommt in grossen, unregelmässigen, kuchenförmigen Brocken, die äusserlich gleichmässig braun sind und inwendig hellere und dunklere Schichten zeigen, dabei ziemlich schwer und fest sind, im Handel vor. Dem Catechu ähnlich ist das Gambir, ein auf Sumatra, Singapore, Malacca und besonders der Insel Rhio aus den Blättern und dünnen Zweigen der *Uncaria Gambir* bereitetes Extract, das zu uns in kleinen, würfelförmigen, trocknen, leichten, zerreiblichen Stücken von erdigem Bruche und zimmetbrauner Farbe kommt. Die Catechusorten enthalten 40—50 pCt. einer eigenthümlichen Gerbsäure (Catechugerbsäure) und ausserdem eine eigenthümliche Säure, die Catechusäure, die jedoch beim Gerbeprocess, wie es scheint, ausser Spiel bleibt.

Kino.

Das Kino ist eine dem Catechu sehr ähnliche Drogue; es soll der eingetrocknete Saft verschiedener Pflanzen sein, nämlich

das afrikanische Kino von	*Pterocarpus erinaceus*,
„ ostindische „ „	„ *Marsupium*,
„ „ „ nach Anderen von	*Butea frondosa*,
„ westindische „ von	*Coccoloba uvifera*,
„ neuholländ. „ „	*Eucalyptus resinifera*.

Das Kino bildet gewöhnlich kleine, eckige, scharfkantige, spröde, zu einem braunrothen Pulver zerreibliche, glänzend schwarze Stücke, die stark zusammenziehend, hintenach süsslich schmecken und sich in siedendem Wasser und in Alkohol fast vollständig zu einer blutrothen Flüssigkeit auflösen. Es enthält 30 — 40 pCt. einer der Catechugerbsäure ähnlichen Gerbsäure.

Catechu und Kino kommen besonders bei vielen sogenannten Schnellgerbeverfahren in Anwendung.

Untersuchung der Gerbematerialien.

Da der Werth der Gerbematerialien allein von der Menge der in ihnen enthaltenen Gerbsäure abhängig ist, so ist es von Wichtigkeit, eine Prüfungsmethode zu haben, welche den Gehalt an Gerbstoff annähernd angiebt.

Die in Wasser leicht lösliche Gerbsäure wird aus ihrer Lösung durch verschiedene Mittel ziemlich vollständig niedergeschlagen, so durch Leim und Thierhaut, durch essigsaures Kupferoxyd, durch essigsaures Eisenoxyd, durch Alkaloïde (Cinchonin, Chinin) etc.; sie wird ferner durch eine Lösung von übermangansaurem Kali vollständig zerstört.

Darauf gründen sich nachstehende Methoden der Gerbsäurebestimmung:

I. Die Gerbsäure wird mit Leim oder Thierhaut ausgefällt;

a) die Thierhaut wird vor dem Versuche und nach dem Versuche gewogen; die Gewichtzunahme giebt die Menge der Gerbsäure (Davy);

b) die Gerbsäure wird mit titrirter Leimlösung ausgefällt (v. Fehling);

c) die Gerbsäure wird mit einer mit Alaun versetzten, titrirten Leimlösung ausgefällt (G. Müller);

d) es wird das specifische Gewicht der Gerbstofflösung mittelst eines Araeometers bestimmt, die Gerbsäure mit Hülfe von Thierhaut entfernt, und von Neuem das specifische Gewicht der Flüssigkeit ermittelt. Die Abnahme des spec. Gewichts ist dem Gerbstoffgehalt der ursprünglichen Flüssigkeit proportional (C. Hammer);

II. Die Gerbsäure wird durch essigsaures Kupferoxyd ausgefällt und zwar das Verhältniss zwischen Gerbsäure und Kupferoxyd im Niederschlage;

a) volumetrisch (H. Fleck) oder

b) durch Wägung des Kupferoxydes (E. Wolff),

bestimmt;

III. Die Gerbsäuremenge wird durch essigsaures Eisenoxyd und auf volumetrischem Wege ermittelt (R. Handtke);

IV. Man sucht die Gerbsäure durch eine titrirte Lösung von übermangansaurem Kali zu zerstören (Monier);

V. Die Gerbsäure wird aus ihrer Lösung durch überschüssiges Cinchonin gefällt und der Ueberschuss des Cinchonins im Filtrat auf jodometrischem Wege bestimmt (R. Wagner).

Die Häute.

Obgleich im Allgemeinen die Häute aller Quadrupeden zur Lederbereitung sich eignen, so schliessen doch häufig zu geringe Dimensionen oder ihr Nutzen als Pelzthiere die Häute vieler Thiere aus. Unter den in der Gerberei angewendeten Häuten nehmen die des Rindviehes den obersten Platz ein, an Festigkeit und Güte stehen ihnen nach die Haut des Pferdes und des Esels. Wie die Praxis gezeigt hat, ist die Festigkeit der Haut nicht allein abhängig von der Art des Thieres, sondern auch von dessen Lebensart, so übertrifft das wilde Rindvieh bei weitem das zahme, und bei letzterem wieder ist die Festigkeit der Haut grösser bei Weidevieh als bei im Stall gefütterten Thieren. Die Dicke der Haut eines bestimmten Thieres ist ausserordentlich wechselnd; in der Mitte des Rückens oder am Kopfe ist es häufig doppelt so dick als am Bauche. Bei den kleineren Thieren sind die Unterschiede in der Dicke weniger wahrnehmbar, bei den Schafen behauptet man

übrigens gefunden zu haben, dass die Qualität und Dicke der Haut in Beziehung zu der Dicke des Vliesses im Augenblick des Schlachtens steht; je dicker und länger seine Wolle, desto dünner und weniger haltbar die Haut, da, wie es scheint, die Theile, welche zur Ernährung und Bildung der Haare dienen, der Ernährung der Haut entgehen.

Das dickste und derbste Leder, besonders als Sohlenleder für das Schuhwerk verwendet, liefern Stier- und Ochsenhäute, welche man im rohen unbearbeiteten Zustande grüne Häute nennt, und theils im frischen, ungetrockneten Zustande aus den nächstliegenden Metzgereien (eine frische Ochsenhaut, so wie sie vom Metzger kommt, wiegt 25—30 Kilogr., verliert aber beim Austrocknen etwas über die Hälfte am Gewicht), theils im getrockneten Zustande aus entfernten Gegenden bezieht. Letztere sind zum Theil nur getrocknet wie die aus Buenos-Ayres, zum Theil gesalzen und getrocknet, wie die von Bahia und Fernambuk in den Handel gebrachten, bisweilen auch geräuchert. Ein dünnes, weniger dichtes Leder und von minder feinem Korn als die Stierhäute geben die Kuhhäute, welche zu leichten Sommersohlen gegerbt, unter dem Namen Vacheleder bekannt sind; die stärksten Kuhhäute stammen aus den südamerikanischen Ebenen, sie werden wie gesagt zu leichtem Sohlenleder, dann zu Oberleder u. dergl. verarbeitet. Die Häute der Kälber sind dünner als die der Kühe, aber dicker als die der meisten anderen Thiere und liefern gegerbt ein sehr zähes, dabei weiches und biegsames Leder, welches besonders als Oberleder des Schuhwerkes (Schmalleder, Fahlleder), verwendet wird, während die Stierhäute und stärkeren Kuhhäute nur als Sohl- oder Pfundleder Verwendung finden. Die Pferdehäute sind dünn und geben ein fast nur zu Sattlerarbeiten benutztes Leder. Die Schaffelle liefern Leder von geringerer Stärke für Buchbinderarbeiten, Waschleder, gefärbtes Leder u. s. w. Die Häute der Lämmer und jungen Ziegen liefern Leder für Handschuhe, die Häute der ausgewachsenen Ziegen das beste Material für Saffian und Maroquin. Hirsch- und Rehhäute, sowie Gemsenfelle werden in der Regel sämischgegerbt und als Wildleder verwendet. Schweine liefern ein dünnes, äusserst festes, besonders für Sattelsitze verwendetes Leder. Seehundsleder wird seiner grossen Zähigkeit wegen vorzüglich zum Einfassen der Sattlerarbeiten verwendet.

Die einzelnen Arbeiten der Lohgerberei.

Die einzelnen Arbeiten in der Lohgerberei lassen sich auf drei Hauptarbeiten, A. auf das Reinmachen der Haut auf der Fleisch- und auf der Narbenseite, mit anderen Worten auf eine Blosslegung des Coriums; B. auf das eigentliche Gerben, und C. auf eine Zurichtung der lohgaren Häute, um sie in Waare zu verwandeln, zurückführen. Diese drei Hauptarbeiten zerfallen wieder in folgende Operationen:

A. Das Reinmachen der Haut

1) das Einweichen der Häute,
2) das Reinigen der Fleischseite,
3) das Reinigen der Haarseite,
4) das Schwellen der gereinigten Häute.

B. Das Gerben der Blösse, welches durch Einsetzen in Gruben, oder durch Gerben mit Lohauszug (Lohbrühe), oder nach dem Verfahren der sogenannten Schnellgerberei vor sich geht.

C. Das Zurichten der lohgaren Häute, worunter alle diejenigen Nacharbeiten zu verstehen sind, welche dem Leder ein dichteres Gefüge, eine schönere Narbe, ein besseres Ansehen der Fleischseite, grössere Gleichförmigkeit in der Dicke, grössere Geschmeidigkeit u. dergl. ertheilen sollen.

Das Reinmachen der Haut.

1) Das Einweichen oder Wässern der Haut bezweckt nicht nur eine gleichförmige Erweichung und Ausstreckung der Haut, so dass man sie beliebig biegen kann, ohne dass Narbenbrüche sich bilden, sondern auch eine Entfernung anhängender Blut- und Fleischtheile auf der Fleisch- oder Aasseite. Bei frischen Häuten genügt schon ein- bis zweitägiges Legen in fliessendes Wasser, oder, wo dieses nicht vorhanden, in Weichbottiche oder Kufen, um Blut und Schmutz zu entfernen; bei getrockneten, namentlich bei gesalzenen und geräucherten Häuten,

lässt man dieselben oft 8—10 Tage lang im Wasser liegen, wobei man die Häute der Art befestigt, dass der Strich der Haare der Stromrichtung gerade entgegengeht, um das Wasser möglichst stark auf die Hautoberfläche wirken zu lassen. Während des Wässerns werden die Häute zweimal des Tages aus dem Wasser gehoben und wieder eingelegt.

Reinigen der Fleischseite.

Ist die Haut genügend erweicht, so schreitet man 2) zum Reinigen der Fleischseite. Zu dem Ende bringt man die Häute mit der Haarseite nach unten auf den Schabebaum, einen halbrunden hölzernen Baum, der mit seinem hinteren Ende auf der Erde ruht, mit dem vorderen auf einem Kreuzholz oder Kreuzfuss. Das Schabeeisen besteht in einem eisernen nach dem Rücken zu etwas gekrümmten Messer mit stumpfer Schneide, und ist mit zwei hölzernen Handgriffen versehen. Der Arbeiter stellt sich vor den Schabebaum und streicht, indem er das Schabeeisen an den Handhaben mit beiden Händen fasst, die Haut von oben nach unten herab, wobei einerseits das Wasser ausgepresst, anderntheils die Haut gleichmässig gereckt und die anhängenden Fleisch- und Fetttheile und das der Fleischseite anhängende Unterzellgewebe, sowie die das Gewebe der Haut durchsetzenden feinen Gefässe und Nerven weggenommen werden.

Nach dem ersten Ausstreichen bringt man die Häute abermals 24 Stunden lang in das Wasser, streicht sie den nächsten Tag nochmals aus, trägt sie dann wieder einige Stunden ein und wäscht sie aus, worauf man sie über den Schabebaum schlägt und abtropfen lässt. Sie sind dann zum Enthaaren vorbereitet. Zur Beförderung des Einweichens und der damit im Zusammenhange stehenden Reinigung der Fleischseite werden die Häute zuweilen statt des blossen Auseinanderlegens, Auswaschens und Abtropfens in frischem Wasser gewalkt, was entweder in einer gewöhnlichen Walke oder in einem in die Erde eingelassenen Bottich mittelst Holzstampfen geschieht. Man kann durch dieses Verfahren die Häute in 2 bis 3 Tagen so weit reinigen als sonst nach der gewöhnlichen Methode in 8 bis 10 Tagen.

Reinigen der Narbenseite.

3) Das Reinigen der Haar- oder Narbenseite oder das Abhaaren bezweckt die anatomische Scheidung der Lederhaut von der auf ihr liegenden Epidermis und den mit letzterer zusammenhängenden Gebilden, namentlich den Haaren. Die Haare sitzen in der gereinigten und geweichten Haut — nicht in dem Corium, sondern nur in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut — so fest, dass sie nicht, ohne abzureissen, ausgerauft werden können, das Abrasiren ist nicht anwendbar, weil dabei die Haarwurzeln zurückbleiben, was sich mit dem Ansehen von gutem Leder nicht verträgt. Man nimmt daher in der Gerberei zu verschiedenen vorbereitenden Operationen seine Zuflucht, welche wie das Kalken beim Kalkäschen und die Gährung beim Schwitzen die Lockerung der Epidermis bezwecken sollen; beim Abstossen der Haare von den gekalkten oder vom Schwitzen kommenden Häuten wird daher hauptsächlich nur die Epidermis und zwar mit der in ihr befestigten Behaarung von der Lederhaut abgestossen; die Haare dienen dabei mehr als Handhabe.

Wie bereits gesagt, werden die auf der Fleischseite gereinigten und geweichten Häute auf verschiedene Weise für die Enthaarung vorbereitet, nämlich a) durch Schwitzen, b) durch Kalken, c) durch Anwendung von Rhusma und Schwefelcalciumverbindungen.

a) Bei dicken Häuten, die zu Sohlleder bestimmt sind, wird als vorbereitende Operation zum Enthaaren das Schwitzen angewendet, da das Kalken, weil bei dickem Leder der Kalk nie ganz vollständig entfernt werden kann, das Leder hart und spröde machen würde. Das Schwitzen besteht in einer durch beginnende Fäulniss eingeleiteten Zersetzung der feuchten Haut, welche man jedoch auf die Auflockerung der Epidermis und Haarsäcke, so wie auf eine theilweise Fäulniss der noch in der Haut zurückgebliebenen fremdartigen Stoffe beschränken muss. Die Häute werden der Länge nach, mit der Fleischseite nach innen,

zusammengelegt, nachdem man sie auf der Fleischseite mit Kochsalz eingerieben oder mit etwas Holzessig getränkt hat, und dann in einem an einem mässig warmen Orte befindlichen Kasten, dem Schwitzkasten, der mit einem Deckel verschlossen werden kann, übereinander geschichtet. Nach kurzer Zeit ist eine Steigerung der Temperatur und ein Geruch nach Ammoniakkörpern wahrzunehmen, welchem sehr bald die Erscheinungen der Fäulniss folgen. Sobald letztere sich kundgeben, werden diejenigen Häute, deren Haare leicht ausgerauft werden können, sofort auf dem Schabebaume enthaart. Bei fabrikmässigem Betriebe wendet man anstatt der Schwitzkasten zweckmässig eine grosse, dicht verschliessbare Kammer an, deren Temperatur entweder mittelst directem Feuer, oder frei einströmenden Wasserdämpfen, oder durch Wasserheizung so ziemlich constant auf 40 bis 50° C. erhalten wird.

Um aller nachtheiligen Einwirkung auf das Corium vorzubeugen, wendet man häufig auch das kalte Schwitzverfahren an, bei welchem man die Häute in ausgemauerte oder mit Cement überkleidete Gruben bringt, auf deren Boden ein hölzerner Kanal den Abfluss des Wasser so wie das Eindringen von Luft gestattet. Die Temperatur der Grube ist auf 6 bis 12° zu halten. Unter dem Dach circulirt in einer im Viereck herumgeführten Leitung kaltes Wasser, zugleich tropft ein Theil dieses Wassers unaufhörlich durch die Grube nieder, deren Atmosphäre mit Feuchtigkeit gesättigt bleibt. Nach 6—12 Tagen tritt, ohne dass eine Spur von Fäulniss bemerkbar wäre, Auflockerung der Haare ein.

b) Bei leichtern, nicht für Sohlleder bestimmten Häuten, wendet man gewöhnlich das Kalken an. Die Behandlung der Haut mit Kalkmilch ist nicht nur eine vorbereitende Operation für das Enthaaren, sondern es wird auch das in der Haut enthaltene Fett verseift und in Kalkseife übergeführt, welche im Wasser zwar unauflöslich ist, aber durch die nachfolgende, theils mechanische, theils chemische Behandlung gleichfalls beseitigt wird.

Die Kalkgruben, in welchen das Kalken der Häute vorgenommen wird, sind in den Boden eingelassene Bottiche, welche bis auf Dreiviertel ihrer Höhe mit Kalkmilch angefüllt werden. In diese Bottiche werden die Häute eingestossen, so dass sie unter der Flüssigkeit liegen. In der Regel wendet man drei oder fünf Kalkgruben an, von denen die eine immer grössere Mengen von Kalk enthält als die andere. Die Kalkmilch muss in den Gruben öfter umgerührt und die Häute täglich zweimal herausgenommen und neu eingeschlagen werden. Die Häute bedürfen zur Gare eines 3 — 4 wöchentlichen Verweilens in den Kalkgruben.

c) Sehr dünne Häute kleiner Thiere vertragen weder das Schwitzen noch das Kalken; man pflegt sie daher mit sogenanntem Rhusma, einer salbenartigen Mischung aus 1 Th. Operment (Schwefelarsenik) mit 2—3 Th. gelöschtem Kalk zu bestreichen, welches die Haare so erweicht, dass sie nach kurzer Zeit mit einem Schabmesser entfernt werden können. Böttger hat gezeigt, dass das Calciumsulfhydrat das Rhusma in jeder Hinsicht ersetzt und in der Gerberei zum Enthaaren der Häute alle Beachtung verdient. Der Kalk, welcher zur Reinigung des Steinkohlengases gedient hat und viel Calciumsulfhydrat enthält, der sogenannte Gaskalk, hat in neuerer Zeit mehrfach, selbst bei stärkeren Fellen, zum Enthaaren Anwendung gefunden und zwar mit dem günstigsten Erfolge, indem das Leder fester, zäher, eleganter erscheint und mehr Gerbstoff aufnimmt.

Abpälen. Sobald die Häute auf die eine oder die andere Weise zum Enthaaren genügend vorbereitet sind, wäscht man sie aus, und legt sie, einige übereinander, auf den Schabebaum, die Haarseite nach oben und den Strich der Haare aufwärts, so dass der Arbeiter mit dem stumpfen Schabemesser nach abwärts den Haaren entgegenarbeitet und letztere von der Narbe abstösst, eine Arbeit, die man das Abpälen nennt. Falls die Haare noch zu fest sitzen sollten, wie es bei trockenen schweren Häuten nicht selten vorkommt, so streut der Arbeiter feinen Sand in die Haare ein, wo dann das Messer besser angreift. Die bei schweren Häuten nach dem Enthaaren noch festsitzenden Grundhaare werden mittelst eines gewöhnlichen grossen und scharfen Messers, des Putzmessers, abgeputzt. Nach beendigtem Abpälen werden die Häute von neuem gewässert, mit der Narbenseite abwärts auf einen breiten Schabebaum geschlagen und auf der Fleischseite mit dem Scheer- oder Finneisen, einem grossen, geraden, scharfen Messer mit Griffen an beiden Enden bearbeitet, indem man das Messer flach gegen die Haut andrückt und dadurch sorgfältigst alles noch anhängende Fleisch etc. abschneidet, ohne die Haut zu verletzen.

Durch das Enthaaren und Scheeren verliert eine trockene Haut durchschnittlich 10—12 pCt. am Gewichte.

Schwellen der Häute. 4) Das Schwellen oder Treiben der gereinigten Häute. Theils um den von dem Kalken her in der Haut in Gestalt von kohlensaurem oder

in Form von Kalkseife oder Kalkalbuminat zurückgebliebenen Kalk zu entfernen, theils auch die eigentliche Hautfaser auf endosmotischem Wege aufzuschwellen und sie für das Eindringen der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit geeignet zu machen, pflegt man nach Vollendung der vorbereitenden Reinigungsarbeiten die Häute in der Schwellbeize zu behandeln, die man durch saure Gährung von Gerstenschrot oder Weizenkleie bereitet, deren wesentlich wirksame Bestandtheile mithin Propionsäure, Milchsäure und Buttersäure sind. Werden die gereinigten Häute, nun Blössen genannt, mit dieser Flüssigkeit behandelt, so lösen die Säuren den Kalk auf, den Kalk aus der Kalkseife unter Abscheidung der Fettsäuren, welche sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammeln; die in Wasser löslichen Kalksalze werden durch das nachfolgende Auswaschen vollständig entfernt. Während des Schwellens nimmt die Dicke der Haut um das Doppelte zu, theils indem die Flüssigkeit der Schwellbeize in die Haut eindringt und letztere auflockert, zum Theil aber auch dadurch, dass in den Poren der Haut, sei es in Folge von Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch die Gährungssäuren, sei es in Folge von Buttersäuregährung oder einer anderen Gährung, die sich in der Haut fortsetzt, sich Gasarten entwickeln; dabei wird die Haut durchscheinend und gelblich. Diejenigen Häute, die nicht durch Kalken, sondern durch Schwitzen vorbereitet wurden, bedürfen zum Schwellen keiner sauren Schwellbeize, sondern erlangen die nöthige Schwellung durch Wasser, obgleich die saure Schwellung, weil sie rascher und gleichmässiger vor sich geht, unter allen Umständen vorgezogen zu werden verdient.

Behufs der Umgehung des zu starken Schwellens der für Sohlenleder bestimmten Häute, fügt man der Schwellbeize sofort etwas Lohe oder Lohbrühe zu oder schwellt sie auch nur in der rothen Beize, worunter man alte, sauer gewordene Lohbrühe versteht, welche, dem Geruch und Geschmack nach zu urtheilen, grosse Mengen Milchsäure und Buttersäure enthält. Die Blössen werden zuerst in stark mit Wasser verdünnte, hierauf in concentrirtere rothe Beize gebracht. Nach Ablauf von 12 — 14 Tagen ist das Schwellen in hinreichender Weise vor sich gegangen. Anstatt der Schwellbeize, in welcher organische Säuren (Milchsäure, Propionsäure) wirksam sind, ist nach den Vorschlägen von Macbride und Seguin verdünnte Schwefelsäure (1 : 1500) zum Schwellen empfohlen worden; die Erfahrung hat aber gelehrt, dass hierdurch zwar eine beschleunigte Wirkung der Haut ermöglicht wird, jedoch nur auf Kosten der Qualität des Leders. Auch die an phosphorsauren Salzen und an Harnsäure reichen Excremente von Hunden, Tauben u. dergl. finden zum Schwellen Anwendung, indem diese Auswürfe in Wasser aufgeweicht und die Blössen darin bearbeitet werden.

Das Gerben. B. Das Gerben der geschwellten Blösse. Durch die vorbereitenden Arbeiten des Reinigens, Kalkens oder Schwitzens und Schwellens ist die eigentliche Lederhaut nun so weit entblösst und aufgelockert, dass sie von der Gerbstofflösung gehörig durchdrungen werden kann, und die Sättigung der Faser des Coriums mit Gerbstoff möglichst vollständig erfolgt. Man nimmt in der Praxis an, dass eine trockene Haut bei ihrer Ueberführung in Leder ihr Gewicht um ungefähr ein Drittheil vermehrt, folglich ebensoviel an Gerbstoff aufnimmt.

Die Sättigung der Hautfaser mit Gerbstoff wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich

1) indem man die Häute abwechselnd mit Lohe schichtet, was man das Einsetzen in Gruben nennt, oder

2) indem man sie zuerst in verdünnte, dann in concentrirte Lohauszüge eintaucht (Gerben in Lohbrühe).

Gerben in Gruben. 1) Das Einsetzen in Gruben findet gegenwärtig meistens nur noch bei zu Sohlen bestimmten Häuten statt. Die hierzu dienenden Loh- oder Versetzgruben sind in den Boden versenkte, wasserdichte Kasten von Eichenholz, statt welcher auch runde Bottiche zuweilen Anwendung finden. Nicht selten benutzt man auch ausgemauerte, mit Portlandcement überkleidete Gruben, deren

Anwendung, namentlich im Anfang, grosse Behutsamkeit erheischt, weil der Kalk des Mörtels auf den Gerbstoff der Lohe zerstörend einwirkt. Den Boden der Grube belegt man einige Centimeter dick mit ausgelaugter Lohe, giebt eine 3 Centimeter dicke Schicht von frischer Lohe darauf, breitet darüber die Haut mit der Narbenseite nach unten aus, streut wieder 1 Zoll dicke Lohe darauf, dann eine zweite Haut und schichtet in dieser Weise den Kasten voll. Auf die dicksten Stellen der Haut legt man auch die dicksten Schichten der Lohe, füllt alle leer bleibenden Ecken mit alter Lohe, bedeckt etwa $^1/_3$ Meter hoch mit derselben (der sogenannte Hut) und dann mit einem gut schliessenden Deckel, nachdem man so viel Wasser eingepumpt hat, dass es etwas über der obersten Haut steht. In diesem Zustande überlässt man die Grube sich selbst. Wurde anstatt eines Theiles der Lohe Knoppernmehl angewendet, so nimmt man nur ungefähr die Hälfte der Eichenlohe.

Auf diesen ersten Satz bleiben die Häute etwa 8 — 10 Wochen; wenn Knoppern beigemengt, so vollendet sich die Aufnahme des Gerbstoffes schneller. Noch bevor aller Gerbstoff der Flüssigkeit entzogen ist und ehe sich in derselben zu grosse Mengen flüchtige und riechende Säuren gebildet haben, müssen die Häute herausgenommen und in einem zweiten Kasten (dem zweiten Satze) mit frischer Lohe so geschichtet werden, dass die früher oben liegenden nach unten zu liegen kommen. In diesem zweiten Satze bleiben die Häute drei bis vier Monate; sie sollen hier bis auf den Kern gelohet, d. h. mit dem Gerbstoff bis in das Innerste durchdrungen sein. Hierauf kommen die Häute 4 — 5 Monate lang in einen ähnlichen, noch geringere Mengen von Lohe enthaltenden dritten Satz, und bei sehr starken Häuten (namentlich Wildhäuten) muss bisweilen noch ein vierter und fünfter Satz gemacht werden, so dass sie bis zu 2 Jahren und länger noch in der Lohgrube behandelt werden.

Die Menge der Eichenlohe, die zum vollständigen Gerben der Haut erforderlich ist, richtet sich nach ihrer Qualität; nach den Erfahrungen der Gerber rechnet man das 4—6fache Gewicht der trockenen Haut, von welcher Menge, das Gewicht der Haut zu 20 Kilogr. angenommen,

auf den ersten	Satz	40 Kilogr.	Lohe kommen
„ „ zweiten	„	35 „	„ „
„ „ dritten	„	30 „	„ „
		105 Kilogr. Lohe.	

Die lohgare Haut wiegt nach dem Trocknen ungefähr 22 Kilogr. (mithin 10—12 pCt. mehr als die trockene Rohhaut). Die Gare der Haut giebt sich dadurch zu erkennen, dass sich beim Durchschneiden mit einem scharfen Messer eine gleichförmige, von fleischigen oder hornartigen Streifen freie Schnittfläche zeigt. Bei langsamem Biegen darf die Narbe nicht platzen oder brechen, das Leder nicht narbenbrüchig sein.

Gerben in der Lohbrühe.

2) Das Gerben in der Lohbrühe findet meist bei schwächeren Häuten statt. Die zu diesem Zweck angegebenen und üblichen Methoden sind sehr verschieden, kommen jedoch im Wesentlichen darin überein, dass namentlich auf gleichmässiges Schwellen der Häute gesehen werden muss, damit die Gerbstofflösung leicht eindringen kann, dass mit sehr verdünnten Lösungen begonnen wird, damit keine oberflächliche Gerbung die spätere Einwirkung auf den inneren Hauttheil erschwere, dass man oft umrühre, damit stets frische Gerbbrühe mit den Häuten in Berührung kommt, und dass man durch Herausnehmen und Abtropfenlassen der bereits theilweise erschöpften Flüssigkeit, durch Auspressen oder durch Walken das Eindringen neuer Flüssigkeit befördert, und dadurch viel Zeit gewinnt im Vergleich mit der sonst nur auf dem Wege der Endosmose stattfindenden Durchdringung der Haut mit Gerbstoff.

Die Gerbebrühe wird durch Extraction der Gerbematerialien mit Wasser auf kaltem Wege bereitet.

Leichtere Häute bedürfen zum Gerben in der Lohbrühe 7—8, schwerere 11—12 Wochen zur Gare.

Schnellgerberei. Die hauptsächlichsten Vorschläge, die zur Abkürzung der Zeit des Gerbeverfahrens gemacht worden sind, lassen sich in folgender Weise classificiren:

1) Die Haut wird einfach in die Lohbrühe gelegt, ein Verfahren, welches von Macbride herrührt, welcher demnach als der Urheber des Schnellgerbeverfahrens zu betrachten ist. Seguin (1792) verbesserte das ursprüngliche Verfahren. Jones, von der Idee ausgehend, dass durch den Druck, welchen die in dem Bottich oder der Grube übereinander liegenden Häute auf einander ausüben, die Gerbeflüssigkeit auf die Seite gepresst und dadurch verhindert werde, auf die Gesammtoberfläche der Haut einzuwirken, trennt die einzelnen Häute durch Lagen von Wollstoff (Flanell) und die Zeugschichten wieder durch Lagen eines wasserdichten Stoffes.

2) Circulation der Gerbeflüssigkeit findet statt bei den Verfahren von Ogereau und Sterlingue, sowie nach der Methode von Turnbull, bei welcher eine Anzahl Gerbebottiche durch ein Röhrensystem verbunden ist, und eine an den Röhren angebrachte Druck- und Saugpumpe die continuirliche Circulation der Gerbeflüssigkeit in den Bottichen unterhält.

3) Durch vermehrte Endosmose will Turnbull das Gerbeverfahren abkürzen. Er näht zu dem Ende die Häute zu Säcken zusammen, füllt sie mit Lohe und Wasser und bindet die Säcke zu, welche nun in Catechulösung untergetaucht werden, deren specifisches Gewicht durch Zusatz von Melasse erhöht worden ist, um, wie der Urheber dieser Methode meint, einen kräftigen Austausch der Flüssigkeit in den Säcken mit der ausserhalb befindlichen einzuleiten. Die Flüssigkeitsdiffusion oder Dialyse, mit welchem Namen Graham (1861) die durch eine colloïdale Zwischenwand bewirkte Trennung krystallinischer Körper von amorphen, deren Studium vielleicht den physikalischen Vorgang beim Gerbeprocesse zu erläutern geeignet ist, bezeichnet, war, als Turnbull seine Methode vorschlug, selbst in ihrer Idee noch nicht bekannt.

4) Das Bewegen der in die Gerbeflüssigkeit getauchten Häute wird zur Beförderung des Gerbens häufig angewendet, so z. B. von Brown, welcher die Häute in einen offenen Cylinder, welcher die Einrichtung einer zum Waschen der Rüben üblichen Lattentrommel hat, bringt, der unter dem Niveau der Gerbebrühe bewegt wird. Die von Squire zu gleichem Zwecke vorgeschlagene Trommel taucht nur bis zur Achse in die Gerbeflüssigkeit und ist mit Abtheilungen versehen, es werden daher die Häute abwechselnd bei jeder Umdrehung der Trommel aus der Gerbebrühe entfernt und wieder eingesenkt. C. Knoderer's Gerbeverfahren besteht ebenfalls zum Theil darin, dass man die Häute mit Auszug von Lohe und mit unausgezogener Lohe in Fässer bringt, dieselben verschliesst, und sodann eine gewisse Zeit lang sich umdrehen lässt.

5) Eine Anwendung von mechanischem Druck findet ebenfalls zuweilen statt, so nimmt Jones von Zeit zu Zeit die Häute aus der Gerbeflüssigkeit, breitet sie auf ein durchlöchertes Brett aus und führt sie so unter einer Walze weg. Nossiter befreit von Woche zu Woche die Häute unter einer kräftigen Presse von der erschöpften Gerbeflüssigkeit. Nach der von Cox und Herapath angegebenen Methode lässt man die Häute von Zeit zu Zeit durch Walzwerke laufen.

6) Der hydrostatische Druck ist in neuerer Zeit öfters zur Beförderung des Eindringens der Lohbrühe in die Häute angewendet worden. W. Drake näht zwei Häute mit den Narbenseiten auf einander zu einem Sack zusammen, der mit Lohbrühe gefüllt und zwischen zwei hölzerne Gitter gelegt wird, deren Stäbe der Haut als Widerlager dienen. Chaplin stellt die aus Häuten gebildeten und mit Lohbrühe gefüllten Säcke einfach auf eine Rinne zum Abziehen der durchsickernden Flüssigkeit hin und lässt nur von Zeit zu Zeit die Säcke wenden, um einen überall gleichmässigen Druck zu erhalten.

Nach Sautelet befestigt man je zwei Häute durch Bügel und Schrauben zwischen drei Rahmen, in solcher Art, dass sie die einander gegenüberstehenden breiten Seitenwände eines kastenförmigen Raumes bilden, dessen beide andere schmale Seiten, so wie der Boden und die Decke, von dem mittleren Rahmen ausgemacht werden. Durch ein in der Decke des Kastens befindliches Rohr lässt man aus einem höher gelegenen Reservoir die Gerbebrühe eintreten, welche nun durch hydrostatischen Druck durch die Häute hindurchgepresst wird.

7) Durch Punktation. Snyder sucht den Gerbstoff dem Innern der Haut dadurch zugänglicher zu machen, dass er eine Seite der Haut, die Aasseite oder die Narbenseite vor dem Gerben auf einer Maschine mit Nadelstichen durchbohrt und so gewissermaassen künstliche Poren herstellt. Die Versuche von Knapp haben gelehrt, wie irrationell Snyder's Vorschlag ist, indem die Haut so durchdringlich und in dem Grade den Gerbestoffen zugäng-

lich ist, dass ein Stück einer Kalbshaut in eine syrupsdicke ätherische Lösung von Gerbstoff gelegt, in höchstens einer Stunde völlig gar und ausgegerbt ist.

8) Den luftverdünnten Raum zur Beförderung des Eindringens der Gerbebrühe in die Haut benutzten zuerst Knowly und Knesbury, indem sie die Häute in ein verschliessbares Gefäss bringen, dessen Luft durch eine Luftpumpe ausgepumpt wird und in welches dann die Gerbeflüssigkeit kommt. In neuester Zeit hat Knoderer sich von Neuem auf das Princip des luftverdünnten Raumes als Mittel zum Schnellgerben geworfen. Combinirt man nach der von ihm beschriebenen Methode die drei Mittel: die Luftverdünnung, welche die Zellen der Haut ausdehnt und zugleich die Zersetzung des Gerbstoffes durch die atmosphärische Luft verhindert; die Bewegung, welche die Auslaugung der Lohe beschleunigt und ein stetiges Auswalken der Häute bewirkt und endlich die Wärme, als unvermeidliche Folge der Bewegung, welche die Lederbildung wesentlich befördert, so ergiebt sich eine bedeutende Zeitersparniss.

Zurichten der Häute.

C. Das Zurichten der lohgaren Häute. Nach dem Ausgerben der Häute in der Grube oder in der Brühe werden die Leder, um Handelswaare zu sein, noch dem sogenannten Zurichten unterworfen, eine Arbeit, welche in Deutschland von dem Gerber selbst vorgenommen, in Frankreich dagegen von dem Zurichter (*corroyeur*) besorgt wird. Die einzelnen Operationen des Zurichtens und ihre Aufeinanderfolge ist nicht bei allen Ledersorten gleich, sondern richtet sich nach der Art und Bestimmung des Leders. Am einfachsten ist die Zurichtung des Sohlenleders, da dieses bei seiner Verarbeitung von Seite des Schuhmachers seine natürliche Oberfläche verliert und auch die Geschmeidigkeit nicht in Betracht kommt, so sind alle Arbeiten, die sich auf diese beiden Punkte beziehen, überflüssig. Bei dem Sohlenleder handelt es sich hauptsächlich um Dichte des Gefüges, um die erforderliche kernige Beschaffenheit, die dem Leder Schutz gegen die Abnutzung durch Reibung gewährt. Sowie das Sohlenleder die Gruben oder die Bottiche verlässt, hat es noch nicht die erforderliche Dichte, um beim Gebrauch nicht nachzugeben und seine Gestalt und seine Dimensionen zu verändern.

Sohlleder.

Das Zurichten des Sohlleders hat mithin hauptsächlich die Bestimmung, dem Leder auf mechanischem Wege, namentlich durch Hämmern diejenige Dichte zu geben, welche es ausserdem bei seiner Benutzung als Sohle annehmen würde.

Sobald die Häute der Grube entnommen worden sind, wird die anhängende Lohe abgekehrt, worauf sie an einem schattigen Orte getrocknet werden. Wenn sie beinahe trocken sind, werden sie über einen ebenen und glatten Stein ausgebreitet, und mit hölzernen, oder auch eisernen Hämmern geschlagen. In grösseren Gerbereien wendet man zum Hämmern grosse durch Dampf oder Wasser bewegte Schwanzhämmer an. Seit etwa zwanzig Jahren bedient man sich auch vielfach der Maschinen zum Lederklopfen.

Schmalleder.

Die Zurichtung des Schmal- oder Fahlleders ist weit complicirter als die des Sohlenleders und nach der Bestimmung des Leders eine verschiedene. Die erste mechanische Operation, welcher die genannten Lederarten in der

Falzen.

Regel unterworfen werden, ist das sogenannte Falzen (Ausschlichten, Dolliren), welches das Entfernen der rauhen, überflüssigen Fasern, Knoten und Schorfen der Fleischseite, um der gegerbten Haut nicht nur eine durchaus gleichmässige Dicke, sondern auch die für die verschiedenen Anwendungen erforderliche Geschmeidigkeit zu geben, zum Zwecke hat. Die in Rede stehende Arbeit wird mit einem scharfen zweischneidigen Messer, dem Falz- oder Dollirmesser, verrichtet, indem man die zu bearbeitende Haut auf dem Falzbock, der dieselbe Form hat wie der Schabebock, mit der Narbenseite nach unten legt, und mit dem Falzmesser schabt. Bei der Zurichtung von Ziegen-, Lamm- und Schafleder für Handschuhmacher, Portfeuillearbeiter u. dergl. wird das zu falzende Fell auf eine polirte Marmorplatte aufgespannt und jede unebene, rauhe und vorstehende Stelle der Haut durch das

flach aufgelegte, etwas bogenförmig über die Fläche geführte Falzmesser hinweggenommen.

Schlichten. Den nämlichen Zweck wie das Falzen verfolgt das Schlichten und findet besonders dann Anwendung, wenn stärkere Schichten Leder hinwegzunehmen sind, wie es hauptsächlich bei dem für Schuhmacherarbeiten bestimmten Kalbleder vorkommt. Die gegerbte Haut wird nach dem Trocknen auf einem Rahmen, den Schlichtrahmen aufgehängt, in der Weise, dass nur das eine Ende eingeklemmt ist, das andere dagegen vom Arbeiter mit einer Zange gepackt und dadurch angespannt wird. Den angespannten Theil schlichtet oder beschneidet er nun mit dem Schlichtmonde, einer eisernen, verstählten, etwas concaven und scharfgeschliffenen Scheibe, etwa 18 — 30 Centimeter im Durchmesser und in der Mitte mit einem mit Leder eingefasstem Loch versehen, in welches der Arbeiter die Hand steckt und nun mit der convexen Schneide das Leder auf der Fleischseite hinwegnimmt. Zur besseren Bezeichnung der Stellen, die hinweggenommen werden sollen und damit die Schneide des Schlichtmondes besser eingreift, bestreicht man vor dem Schlichten die Fleischseite mit Kreide.

Krispeln. In Folge des Trocknens des Leders kleben die Fasern der Haut etwas aneinander und die Narbe wird flach, glatt und ungleich. Um nun die Narbe des Leders zu heben und dem Leder selbst ein gleichmässiges und gefälliges Ansehen zu geben, wendet man die Operation des Krispelns an. Das hierzu angewendete Werkzeug, das Krispelholz ist von hartem Holze, ungefähr 30 Centimeter lang und 10 bis 12 Centimeter breit, auf der oberen Seite flach und eben, aber unten der Länge nach gewölbt, so dass es in der Mitte am dicksten ist. Die untere Seite ist der Quere mit parallelen Kerben versehen, welche von Zeit zu Zeit mit Hülfe einer Feile wieder zugeschärft werden. Oben ist an das Krispelholz ein Lederriemen befestigt, durch welchen der Arbeiter die Hand steckt. Das zu krispelnde Leder wird auf eine Tafel gelegt, am Tischrande mit eisernen Klammern befestigt, die Hautstelle, welche eben gekrispelt werden soll, wird umgebogen, das Krispelholz auf die Biegung oder Falte gesetzt, und mit dem Leder, auf welchem sie liegt, hin- und herbewegt, so dass die Falte ebenfalls hin- und hergeht, wodurch die natürliche Hautnarbe gleichförmig zum Vorschein kommt. Der Vorgang beim Krispeln ist derselbe als wenn man bei einem trocknen Stück Leder, dessen Narbenseite oben liegt, eine Ecke desselben über die Narbenseite aufschlägt, die flache Hand über die Falte legt und mit der Hand die Falte hin und her rollt, wodurch sich die Narbe hebt und in ihrer natürlichen Beschaffenheit zum Vorschein kommt.

Ponciren. Solche Ledersorten, welche wie die zu den Krempeln und Cylinder dienenden, keine Narbe zu besitzen brauchen, sondern glatt sein müssen, werden nach dem Falzen genetzt, mit einem Messer (dem Aussetzer) glatt gestrichen und dann wiederholt auf beiden Seiten mit Bimsstein abgeschliffen. Man nennt diese Arbeit das Ponciren oder Bimsen.

Pantoffeln. Leder, welche nach dem Krispeln noch mehr Glanz erhalten sollen, wie in der Regel die gefärbten Leder, werden noch pantoffelt, d. h. es wird das mit der Narbenseite nach oben auf einer Tafel liegende Leder mit dem Pantoffelholz gerieben, nämlich eben so behandelt wie mit dem Krispelholz. Das Pantoffelholz hat mit dem Krispelholz viel Aehnlichkeit, nur ist ersteres auf der unteren Seite statt mit Narben versehen, mit Korkholz (Pantoffelholz) belegt, welches auf der Aussenseite gut geglättet ist. Das Pantoffeln giebt nicht nur der Narbe Glanz, sondern verleiht auch der Aasseite ein zartes, sammetartiges Ansehen. Wo noch grössere Glätte verlangt wird, wie bei dem gelben lohgaren zu Sattlerarbeit bestimmten Leder (Blankleder), wird das Leder nach dem Krispeln

Plattstossen. und Pantoffeln auf eine Tafel gelegt und mit der Plattstosskugel die Narbe platt gestossen. Die Plattstosskugel besteht in einer vierkantigen Platte aus Eisen, die auf der unteren Fläche ihrer Länge nach gekerbt ist und oben mit einem hölzernen Handgriffe versehen ist. Nach dem Plattstossen wird das Leder auf der Narbenseite noch mit der Blankstosskugel oder dem Blankstosscylinder glatt und blank gerieben. Letzterer besteht aus einer Glaswalze von 0,3 Meter Länge und 10 Centimeter Dicke (ehe-

dem ward statt des Cylinders eine mit Handhabe versehene Kugel von grünem Glase angewendet), womit das Leder auf dem Blankstossblocke, welcher mit dem Falzbock übereinstimmt, geglättet wird.

Pressen. Häufig wird auch das Sattelleder gepresst, um seine Narbe dem des Schweineleders ähnlich zu machen, welches weniger häufig zum Gerben kommt. Diese künstliche Narbe giebt man mit Hülfe von Walzen, deren Oberfläche stumpfe Erhöhungen haben, durch welche sich entsprechende Grübchen in das Leder eindrücken.

Aussetzen. Um das Leder gleichmässig auszudehnen und um Falten und andere Unebenheiten, die sich durch ungleiches Zusammenziehen beim Trocknen gebildet haben, fortzuschaffen, werden die Leder benetzt und auf einer Tafel ausgestrichen oder ausgesetzt. Das Ausstreichen geschieht mit einer stumpfen Streichklinge (Aussetzer, Ausstreicher), die mit einer hölzernen Handhabe versehen ist und senkrecht auf das auf der Tafel liegende Leder aufgesetzt wird. Die Klinge ist von Eisen oder von Messing, oder (bei dünnem Leder) von Horn; und für starkes Leder mit stumpfen Zähnen versehen.

Einfetten. Die letzten Zurichtearbeiten bestehen, wenn es sich um Schmal- und Oberleder handelt, bei denen Biegsamkeit ein Haupterforderniss ist, in dem Einfetten, Einlassen oder Tränken des Leders, wozu gewöhnlich Fischthran oder ein Gemenge von Fischthran mit Talg oder am besten sogenanntes Gerberfett oder Dégras verwendet wird, welches letztere veränderter Thran ist, welcher in der Sämischgerberei benutzt und aus den gegerbten Fellen durch Potaschenlösung wieder gewonnen wurde. Das Einfetten muss im nassen Zustande der Haut geschehen, und ist gewöhnlich die Operation, welche mit den ausgegerbten Häuten zunächst vorgenommen wird. Beim Trocknen tritt dann das Fett an die Stelle des verdunstenden Wassers und füllt die Poren aus.

Die für Schuhe und Stiefel bestimmten Leder pflegt man auf der Fleischseite schwarz zu färben, indem man dieselben mit frischer angefeuchteter Lohe abreibt und mit Eisenbrühe, welcher etwas Kupfervitriol zugesetzt ist, mit einem Schwamm oder mit einer Bürste bestreicht, hierauf auszieht, dann krispelt, schlichtet, pantoffelt und nochmals mit einem Teig, aus Thran, Talg, Kienruss, etwas gelbem Wachs, Seife und Eisenvitriol bestehend, einreibt. Diese Schwärze füllt die Poren und schützt gegen die nachtheilige Einwirkung der Stiefelwichse, welche in der Regel mit Säure versetzt ist, liefert auch beim Putzen ein schöneres Schwarz, als bei dem auf der Narbenseite geschwärzten Kalbleder. Zuletzt überzieht man das Leder noch mit einer Mischung aus Talg und etwas Leimlösung, glättet das Leder mit einem convexen Stück glatten Glases und überzieht es mit dünnem Leimwasser.

Juchten. Unter Juften oder Juchten versteht man ein durch seine Festigkeit, Wasserdichte, so wie durch einen eigenthümlichen Geruch sich auszeichnendes, meist roth oder schwarz gefärbtes Leder, welches bisher fast ausschliesslich in Russland verfertigt und von da in grosser Menge bezogen wird. Der Name Juften stammt von dem russischen Worte Jufti ab, welches ein Paar bedeutet, und scheint für die Juftenleder hauptsächlich daher abgeleitet zu sein, weil die Felle beim Gerben paarweise zusammengenäht werden.

Man nimmt dazu gewöhnlich Häute von zwei- bis dreijährigen Rindern, doch bedient man sich auch der Rosshäute, der Kalb- und Ziegenfelle. Die bei der Fabrikation des Juchtenleders vorkommenden Operationen sind:

1) Das Reinigen der Häute wird wie gewöhnlich, und das Enthaaren mittelst Kalk ausgeführt;

2) das Schwellen verrichtet man entweder mit Sauerwasser aus Gerstenschrot, mit ausgegerbter und sauer gewordener Lohbrühe, oder mit Kaschka (mit Wasser zu einem dünnen Brei zerriebenen Hundekoth);

3) das Gerben der Juchten geschieht nicht mit Eichenrinde, sondern mit der Rinde mehrerer Weidenarten, auch mit Birken- und Fichtenrinde, oder auch mit allen drei Arten von Rinden. Man beginnt das Gerben damit, dass man die Blössen einige Tage in erschöpfter Gerbebrühe liegen lässt, worauf man sie mit dem zerkleinerten Gerbematerial in Gruben mit Wasser schichtet, oder auch in einen warm bereiteten Auszug der Rinden legt. Die Dauer des Gerbens beträgt 5—6 Wochen.

4) Die garen Häute werden aufgeschlagen, auf den Schabebock aufgestrichen und mässig getrocknet, worauf sie mit Birkenöl (Deggut, Dachert) getränkt werden. Dieses Oel gewinnt man in Russland durch Theerschweelerei aus der weissen Birkenrinde (nach einigen Angaben aus der korkigen Rinde im Frühjahre, meist mit Zusatz von Birkenzweigen mit Knospen), es enthält die gewöhnlichen Produkte der trockenen Destillation des Holzes — Benzol, Carbolsäure, Paraffin. — Mit diesem Oel werden die auf einer Tafel mit der Fleischseite nach oben ausgebreiteten Häute mit Lappen eingerieben und dieses so lange fortgesetzt, bis die Haut vollständig mit dem Oel imprägnirt ist. Hierauf werden die getränkten Häute so lange gereckt, bis sie geschmeidig geworden sind. Die Häute werden hierauf auf der Narbenseite mit Alaunlösung bestrichen und nach dem Trocknen mit einer gekerbten Walze überfahren, um auf der Oberfläche ein beliebiges Korn zu bilden. Nunmehr werden die Häute getrocknet und dann gefärbt, indem man zwei Häute mit der Narbenseite übereinander legt, an den Kanten zusammennäht, so dass ein Sack daraus gebildet wird, in welchen man die Farbenbrühe giesst.

Zur rothen Farbe bedient man sich einer mit Kalkwasser bereiteten Abkochung von rothem Sandelholz und Fernambukholz, zu welcher man etwas Potasche oder Soda gesetzt hat. Nach neueren Nachrichten soll man gegenwärtig nicht mehr die rothe Farbebrühe in die zusammengenäheten Häute giessen, sondern damit mit Hülfe einer Bürste die Häute 5—6 Mal bestreichen.

Die noch etwas feuchten Felle werden dann aufeinander gelegt, damit sie gleichmässig anziehen, hierauf auf der Fleischseite gefalzt, geschlichtet, gekrispelt und pantoffelt, auf der Narbenseite noch mit Thran und Birkenöl getränkt und mit Flanell abgerieben.

Man verwendet bekanntlich das Juchtenleder zum Einbinden von Büchern öffentlicher Bibliotheken, wo es in Folge der riechenden Bestandtheile des Birkenöles, womit das Juchtenleder getränkt ist, die Insekten und Würmer vertreibt, zu Stiefeln, Säckler- und Riemerarbeiten.

Saffian. Mit dem Namen Saffian, Maroquin oder türkisches Leder wird ein aus Bock- und Ziegenfellen bereitetes, sehr feines und weiches gefärbtes (nicht lackirtes) Leder bezeichnet. Man unterscheidet die *ächten* Saffiane (Maroquins) aus Ziegenfellen bereitet, die *unächten* Saffiane aus Schaffellen bereitet, gespaltene Schafleder und dünn ausgearbeitete Kalbleder für Buchbinder- und Portefeuillearbeiten.

Die Fabrikation der Saffiane gilt für eine arabische Erfindung und noch gegenwärtig werden im Norden Afrika's, besonders in Marokko, in der Türkei und in Persien beträchtliche Mengen davon angefertigt, welche noch bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts, um welche Zeit der Saffian in Europa erst Eingang fand, nach Europa kamen.

Für die Fabrikation von schönem Saffian ist eine sorgfältige Behandlung bei den Vorarbeiten unerlässlich. Die Felle werden durch Aetzkalk enthaart und müssen durch umsichtiges Beizen und Schwellen von allem Kalk befreit werden. Zum Gerben selbst wählt man nur solche Gerbematerialien, die wenig färbende Bestandtheile haben wie der Sumach. Die Operation des Gerbens geschieht in verschiedener Weise. Nach der im Orient üblichen Methode werden die Blössen in Form von Säcken zusammengenäht und dann mit einer Flüssigkeit angefüllt, welche aus einem Gemenge von kaltem Wasser und Sumachpulver besteht. Die Gerbebrühe durchdringt die zu Säcken ausgespannten Felle so rasch, dass in einem Zeitraum von drei Tagen die Gerbung derselben vollendet ist. Die nämliche Gerbemethode wird auch hin und wieder in Deutschland, seltener in Frankreich, allgemein aber in England bei Saffianen, ungespaltenen Schafledern und bei Kalbfellen in Anwendung gebracht.

Nach einem anderen Gerbeverfahren, welches hier und da in Deutschland, allgemein aber in Frankreich in Gebrauch ist, so auch in England für gespaltene Schafleder, bringt man die Blössen unter anhaltender Bewegung in passende Bottiche, welche das Gemisch von Wasser und Sumach enthalten; dieses Verfahren erfordert ungefähr acht Tage Zeit zu vollständiger Umwandlung der Blösse in Leder. Der Orient und die mit ihm oben namhaft gemachten Staaten verarbeiten die rohen Ziegen- und Schaffelle nur so weit, bis sie gegerbt und getrocknet sind; selten nur werden sie dort gefärbt und zugerichtet. In diesem Zustande mit dem Namen Meschinleder (gleichbedeutend mit dem französischen *cuir en croutes*) bezeichnet, gehen sie nach Wien und über Leipzig, um von den deutschen Fabrikanten mit Farbe versehen, geglänzt und appretirt zu werden.

Appretur des Saffians. Das Zurichten der für Saffian bestimmten Leder besteht zunächst in dem Färben derselben, worauf sie die letzte Appretur erhalten. Das Färben geschieht entweder aus dem Troge α) (bei ächten Saffianen), oder mit Hülfe der Bürste β) (bei unächten Saffianen). α) Das Färben aus dem Troge geschieht in schmalen Trögen, in welche man aus einem grösseren Reservoir nur so viel Farbe von etwa 60° Temperatur giebt, als zur Färbung eines Felles erforderlich ist. Die gegerbten Felle werden mit der Aasseite nach innen der Länge nach zusammengelegt. Der Arbeiter nimmt ein Fell an dem zusammengelegten Rande und bewegt es in der Farbenbrühe, bis dieselbe fast absorbirt ist. Hierauf versieht er den Trog von Neuem mit Farbe und verfährt ebenso mit einem zweiten Fell und so fort. So wie die Felle das Bad passirt haben, werden sie ausgebreitet und 2 — 4 Dutzend derselben über einander gelegt. Hierauf wendet man die Lage Felle um, sodass das erste Fell wieder nach oben kommt, und giebt dann von diesem an nach der Reihe das zweite Bad, und hierauf das dritte Bad. Dann werden die Felle geöffnet oder ausgebreitet, in reinem Wasser ausgewaschen und dann weiter appretirt. β) Unächte Saffiane erhalten ihre Farbe durch Aufstreichen der Farbebrühe mittelst der Bürste. Die Felle werden zu dem Ende vollständig durchgeweicht, dann glatt ausgestrichen und die Farbenbrühen wiederholt aufgetragen.

Es liegt auf der Hand, dass der Effekt, welchen die Farbe macht, grösstentheils von der Beschaffenheit der Narbe des Saffians abhängig ist, wesshalb man den Operationen des Zurichtens nach dem Färben die grösste Sorgfalt widmet. Zunächst werden die gefärbten Felle nach dem Trocknen mit einem Wolllappen mit etwas Leinöl auf der Narbenseite eingerieben, dann auf einer Glänzmaschine der Länge nach geglänzt oder geglättet, hierauf werden sie in die Quere platirt, dann das zweite Mal schräg über die Platirung. Die gelb gefärbten Felle werden nicht geglänzt, weil sich sonst das Gelb ins Braune ziehen würde.

Der Corduan, ein gefärbtes Leder, welches in früherer Zeit eine weit grössere Rolle spielte als heutzutage, ist von dem Saffian wesentlich nur durch die grössere Stärke der Felle und dadurch unterschieden, dass er seine natürliche Narbe behält, während diese beim Saffian platirt, d. h. künstlich gemacht ist. Er pflegt roth, gelb oder schwarz gefärbt zu werden.

Lackirtes Leder. Die Kunst, lackirtes Leder zu bearbeiten, dass es biegsam, geschmeidig, dauerhaft, vollkommen trocken, nicht klebend, schön schwarz und glänzend werde, gehört erst der neuern Zeit an, und erst seitdem ist es mehr und mehr steigerndes Bedürfniss geworden, Fussbekleidung von lackirtem Leder zu tragen, Wagenverdecke und Wagenbekleidungen, Mützen und Helmschirme und viele andere Gegenstände aus lackirten Häuten zu bereiten.

Lackirtes Leder kommt in der Regel nur in schwarzer Farbe vor. Die Herstellung des erstern besteht darin, dass man auf den entsprechend vorbereiteten Grund des nicht eingefetteten lohgaren, seltener öl- oder sämischgaren Leders, welches, nachdem es gehörig geebnet und geglättet, auf Holzrahmen ausgespannt worden ist, einen Lackfirniss aufträgt, welcher eine schwarze Farbe und die Eigenthümlichkeit hat, in der Kälte dickflüssig und zähe, in der Wärme aber dünnflüssig zu sein. Dieser dickflüssige Lack auf die Häute und Felle aufgetragen und dann in einen auf ungefähr 50° C. erhitzten Raum gebracht, wird dann dünnflüssig, breitet sich auf dem horizontal liegenden Leder gleichmässig aus und trocknet ein. Die Fabrikation der farbigen lackirten Leder weicht insofern von der eben beschriebenen Methode ab, als man bei ihr nur dünnflüssige Lacke anwendet und die Trocknung derselben nur in minder hohen Hitzgraden bewerkstelligt.

Von grosser Wichtigkeit ist die Herstellung von glatten lackirten Häuten für Sattler- und Wagenmacher-Gebrauch. Das Dach des Wagens, welches in vielen Fällen bald steif gestellt, bald zurückgeschlagen werden soll, bedarf neben einer grossen, dünnen, löcherfreien Haut, auch eine solche, die dehnbar und weich ist, und alle Biegungen ohne zu brechen verträgt. Die Haut der Kuh bot, in Folge ihrer natürlichen Dünne und grossen Fläche, somit das einzige Material zur Herstellung von Wagendecken; sie wurde mit Fett weich gemacht, geschwärzt und gekrispelt. Allein sie war von nur kurzer Dauer, denn der Sonne ausgesetzt, trat das in ihr befindliche Fett auf ihre Oberfläche und beschmutzte sie; ihre Farbe, ursprünglich schwarz, wurde bald roth, und der vor Kurzem noch elegante Wagen war seiner Schönheit beraubt. Nach der Erfindung des Lederlackes konnte man dem Wagenbauer zu Verdecken ein lackirtes Leder liefern, welches von den erwähnten Nachtheilen völlig frei ist. Da die vorhandenen Kuhhäute zur Befriedigung des sich immer mehr steigernden Bedarfs an Verdeckledern nicht ausreichten, kam man auf den glücklichen Gedanken des Spaltens grosser starker Ochsenhäute, und indem man dieselben ihrer ganzen

Fläche nach horizontal durchschnitt, erhielt man ein Leder für die Wagendecken und ein zweites für Garnirung der Kutschensitze, der Kothflügel u. s. w.

Zum Schlusse sei noch das Instrumenten- oder Klavierhammerleder erwähnt, welches seiner Bestimmung nach weich, aber doch sehr elastisch sein muss. Die Fabrikationsweise dieses Leders wurde lange Zeit als tiefes Geheimniss behandelt, gegenwärtig weiss man, dass dieses Leder halb in Thran, halb in Fichtenlohe gegerbt ist. Ohne die Narbe von der Haut abzustossen, wird es in Thran gewalkt, in Lauge gewaschen und auf der Narbenseite an der Sonne gebleicht. Dann kommt es in eine auf Handwärme abgekühlte Abkochung von Fichtenlohe, in welcher es so lange verbleibt, bis das Leder, ursprünglich weiss, eine Lohfarbe angenommen hat. Hierauf wird es übrigens wie sämischgares Leder zugerichtet.

Unter dänischem Leder versteht man eine Sorte lohgares Handschuhleder, welches im Norden aus Fellen von jungen Ziegen, Lämmern und aus Rennthierhäuten mit Hülfe von Weidenrinde hergestellt wird und sich durch einen eigenthümlichen Weidengeruch, durch helle Farbe und grosse Geschmeidigkeit auszeichnet.

II. Die Alaun- oder Weissgerberei.

Alaungerberei. Die Alaun- oder Weissgerberei umfasst denjenigen Theil der Gesammtgerberei, welcher sich gewisser Thonerdesalze zur Ueberführung der Haut in Leder bedient, das in diesem Falle alaun- oder weissgares Leder genannt wird.

Man unterscheidet drei Modificationen der Weissgerberei, nämlich:

1) die gemeine Weissgerberei, welche nur schwache Häute, wie Hammelfelle, Ziegenfelle und Schaffelle verarbeitet, dieselben erst im Kalkäscher vorbereitet und dann mit Alaun und Kochsalz (mit Chloraluminium) weissgar macht, ohne sie hierauf mit Fett zu tränken;

2) durch die ungarische Weissgerberei werden starke Häute (Ochsen- und Büffelhäute, Kuh- und Rosshäute) zu Sattler- und Riemerarbeit, ohne sie vorher mit Kalk zu behandeln, weissgar gemacht und dann mit Fett getränkt. An die ungarische Weissgerberei schliesst sich die Bereitung des Klemm'schen Fettleders an;

3) die französische oder Erlanger Weissgerberei, welche Felle von jungen Ziegen (Kitzen) und Lämmern, seltener Gemsenfelle, nach einem eigenthümlichen Verfahren zu Handschuhleder gar macht.

An diese Methode des Weissgerbeverfahrens schliesst sich

4) die Lederbereitung mit unlöslichen Seifen nach dem Vorschlage von Knapp an.

Gemeine Weissgerberei. 1) Die gemeine Weissgerberei verarbeitet Schaf- oder Hammel- oder Ziegenfelle, welche dem Gerber entweder mit der Wolle oder bereits geschoren überliefert werden. Im erstern Falle sind bei der Behandlung der Felle besondere Rücksichten durch den Werth der Wolle geboten, da häufig der Gewinn des Gerbers mehr in dem Verkauf der Wolle (Gerberwolle, Raufwolle), als in dem des weissgaren Leders besteht. Die weisse Farbe, grosse Weichheit und zarte Narbe, welche man vom weissgaren Leder verlangt, führen grosse Sorgfalt bei den vorbereitenden Operationen mit sich, welche ausserdem mit den bei der Lohgerberei beschriebenen zusammenfallen.

Das Einweichen und Ausstreichen der Felle geschieht wie in der Lohgerberei und zwar letzteres ebenfalls mit einem Streichmesser. Der Arbeiter legt einen Decher (Corruption von Decuria, 10 Stück) über den Streichbaum übereinander, und streicht ein Fell nach dem anderen auf der Fleischseite, die Schaffelle behufs des Reinigens der Wolle auch auf der Narbenseite aus, bis er zum letzten Fell gelangt, welches als unmittelbar auf dem Streichbaum liegend leicht verletzt werden könnte und deshalb auf den nächsten Decher gebracht wird. Die Felle werden hierauf enthaart; bei mit Haaren versehenen Häuten oder Schafhäuten, deren Wolle vorher abgeschoren wurde, geschieht das Enthaaren auf dieselbe Weise wie beim Lohgerben, nur werden die mit Kalkmilch hinlänglich behandelten Häute auf dem Streichbaum nicht mit dem Schabeeisen, sondern mit einem kurzen Holzstabe von der Wolle oder den Haaren befreit.

Die noch mit der Wolle versehenen Felle werden, ehe man sie dem Kalkäscher übergiebt, mittelst des Anschwödens enthaart, um die Wolle als Waare nicht zu entwerthen. Zu dem Ende werden die Felle mit der Fleischseite nach oben auf der Erde ausgebreitet, mittelst des Schwödenwedels (eines in Gestalt eines Pinsels zubereiteten Ochsenschweifes oder eines aus Werg zusammengebundenen Pinsels) mit einem aus gleichen Theilen Kalk und gesiebter Asche und Wasser bereiteten Brei bestrichen, darauf der Kopf und die Füsse nach der Aussenseite zu einwärts gelegt; hierauf wird jedes Fell dergestalt zusammengeschlagen, dass die Wolle nicht vom Kalk berührt wird und so 8—10 Tage liegen gelassen, bis die Wolle sich löst. Alsdann werden die Felle auf der Fleischseite und auf der Haarseite rein ausgewaschen, um sie vom Kalk zu befreien und vom Schmutz zu reinigen, worauf die Wolle zum Theil abgepflückt, zum Theil aber auch auf dem Streichbaume abgestossen wird. Die durch das Anschwöden enthaarten Felle werden nun in den Kalkäscher gepackt und weiter behandelt, wie oben angegeben worden ist. Um den in den Häuten enthaltenen Talg so vollständig als möglich zu entfernen, kommen die enthaarten Blössen in den sogenannten faulen Aescher, worunter ein Reservoir mit Kalkmilch verstanden ist, welche von Zeit zu Zeit aufgerührt ist und in Folge des öfteren Gebrauches thierische Substanzen in reichlicher Menge enthält, die unter Mitwirkung des Kalkes sich nach und nach zersetzen und dadurch zur Ammoniakentwicklung Veranlassung geben. Hierdurch wird ein guter Theil Fett aus den Häuten entfernt. Nach dem Behandeln im Kalkäscher werden die Häute auf dem Schabebaum verglichen, d. h. es werden die zur Lederfabrikation unbrauchbaren Stücke wie die Spitzen der Beine und des Kopfes, die Ohren, die Brustzipfel und der Schwanz behufs der Bereitung von Leim abgeschnitten. Die verglichenen Häute werden dann eine Nacht im Wasser eingeweicht, dann auf dem Schabebocke mit einem stumpfen Streicheisen auf der Fleischseite wie auf der Narbenseite gut ausgestrichen und geschabt, dann mit einer hölzernen Stosskeule mit Wasser einige Zeit gewalkt, ausgewaschen und abermals auf dem Streichblock bearbeitet, wobei zugleich der rückständige Kalk und die Kalkseife ausgedrückt und die Haare der Häute vollständig entfernt werden.

Um die letzten Mengen des Kalkes zu beseitigen und um die Häute zu schwellen, kommen dieselben in die Kleienbeize, in welcher sie 2—3 Tage bleiben. Dann werden sie herausgenommen, in Wasser gespült, ausgewunden und unmittelbar zum Gerben in die Gerbebrühe gebracht. Auf je einen Decher bereitet man eine Alaunbrühe aus 0,75 Kilogr. Alaun, 0,30 Kilogr. Kochsalz, 22,5 Liter Wasser. Von dieser heiss bereiteten Brühe giesst man 1 Liter in einen Waschtrog, lässt sie bis zur Handwärme abkühlen und zieht ein Fell ein oder zwei Mal durch, bis die Brühe das Fell überall gleichmässig imprägnirt hat. Nach dem Herausnehmen schichtet man die Felle auf einander, ohne sie auszuringen, lässt sie 2—3 Tage so liegen, wodurch sie die Gare bekommen, ringt sie dann aus und trocknet sie langsam, auf Latten aufgehängt.

Was die Theorie der Anwendung der Alaunbrühe in der Weissgerberei betrifft, so neigte man sich früher allgemein der Ansicht zu, dass nur das Chloraluminium darin — durch Umsetzung der Bestandtheile des Thonerdesulfates des Alauns und der Bestandtheile des Kochsalzes entstanden — wirksam sei, man glaubte, dass ein basisches Chloraluminium (Aluminiumoxychlorür) mit der Haut sich verbände, während saure salzsaure Thonerde in der Gerbebrühe zurückbliebe. Die Sulfate der Alkalien in der Alaunbrühe hielt man für Ballast. Dass essigsaure Thonerde anstatt der Alaunbrühe angewendet, von guter und schneller Wirkung sei, war ebenfalls bekannt. Die von Knapp mit Alaun, essigsaurer Thonerde und Chloraluminium angestellten Versuche haben gelehrt, dass bei der Aufnahme des Thonerdesalzes durch die Hautfaser keine Zersetzung des Salzes stattfindet; es wurden durch die Haut aufgenommen

von Alaun	8,5	pCt.
„ schwefelsaurer Thonerde	27,9	„
„ Chloraluminium	27,3	„
„ essigsaurer Thonerde	23,3	„

Die Thonerdesalze verbinden sich aber keineswegs mit der Haut unter allen Umständen stets in obigen Verhältnissen, die Erfahrung lehrt im Gegentheile, dass die Häute aus concentrirten Salzlösungen mehr aufnehmen als aus verdünnten. Was die Rolle des Kochsalzes bei der Bereitung der Gerbebrühe betrifft, so scheint das Kochsalz mehr als ein blosses Mittel zu sein, das Thonerdesulfat des Alauns in Chloraluminium überzuführen, da Chloraluminium weit entfernt ist, unter gleichen Umständen ein eben so gutes und geschmeidiges weissgares Leder zu liefern, als eine Lösung von Alaun mit Kochsalz. Nach Knapp's Ansicht ist es ausser Zweifel, dass das Kochsalz einen eigenen und zwar activen Einfluss übt, theils als eine die Endosmose lebhaft befördernde Substanz, theils weil es auch als

Lösung, gleich dem Alkohol, die Eigenschaft besitzt, den thierischen Geweben ihren Wassergehalt so weit zu entziehen, dass die Fasern beim Trocknen nicht mehr zusammenkleben, und somit bei der Lederbildung mitwirkt.

Die gegerbten Felle schrumpfen beim Trocknen etwas ein und besitzen eine ziemliche Steifheit, welche ihnen durch die Arbeit des Stollens genommen wird; die Felle werden nämlich über den convexen Theil eines bogenförmigen Eisens, der Stolle, und zwar über die stumpfe Schneide der Breite nach hinweggezogen, um die Felle auszudehnen und alle Falten zu beseitigen. Vorher benetzt man sie mit Wasser oder legt sie einige Tage in den Keller, damit sie während des Stollens nicht zerreissen. Nach dem Stollen werden sie auf dem Streichrahmen oder Streichschragen mit Hülfe der Streiche gestrichen und dann sind sie Waare. Das fertige Leder wird unter der Benennung „Weissleder" in grossen Massen zu ordinärem Schuhfutter und dergl. verwendet.

Ungarische Weissgerberei. 2) Die ungarische Weissgerberei unterscheidet sich von der gemeinen Weissgerberei dadurch, dass sie dicke Ochsen-, Büffel-, Kuh- und Rosshäute zu Sattler- und Riemerarbeit verarbeitet, die Häute nicht in den Kalk bringt, und sie nach dem Gerben mit Fett tränkt. Die rohen Häute werden blos eingeweicht, bis alles Blut und alle Unreinigkeiten entfernt sind, und dann enthaart; zu dem Ende werden die Häute, sowie sie aus dem Wasser kommen, mit einem scharfen Putzmesser abgeschoren. Hierauf kommen sie sofort in die Alaunbrühe, welche für eine Haut von ungefähr 25 Kilogr. Gewicht aus 3 Kilogr. Alaun, 3 Kilogr. Kochsalz und 20 Liter Wasser bereitet wird. Die Alaunbrühe wird im lauwarmen Zustande in einem länglich-runden Bottich auf die Felle gegossen, dergestalt, dass die Narbenseite nach oben gekehrt ist. Ein Arbeiter tritt alsdann mit den Füssen in dem Bottich einige Mal auf den Fellen herum, worauf sie acht Tage lang in der Brühe liegen bleiben. Nach dieser Zeit werden sie nochmals gut durchgetreten, worauf man das Leder auf Stangen trocknet. Nach dem Trocknen werden die Häute gereckt und dann mit Fett getränkt. Zu dem Ende werden die gegerbten Häute auf Stangen über Kohlenfeuer erwärmt, dann auf einem Tisch ausgebreitet und auf der Fleischseite wie auf der Narbenseite mit geschmolzenem Talg eingerieben. Jede Haut erhält etwa 3 Kilogr. Talg. Nachdem dreissig Häute so getränkt worden sind, werden sie einzeln über einem Kohlenfeuer etwa eine Minute lang durch zwei Arbeiter hin und her gezogen, wodurch das Fett die Häute besser durchdringt, worauf man sie in der freien Luft, die Fleischseite einwärts gekehrt, aufhängt. Der Talg verbindet sich (wenigstens zum Theil) mit der Haut.

Das Leder ist nun für die Verwendung fertig. Sein Hauptverbrauch ist zu ordinärem Pferdegeschirr, der sich in Frankreich so weit ausdehnt, dass man auch die Geschirre für die Artilleriebespannung daraus fertigt, da nicht leicht ein zweites Leder so viel Stärke und Zähigkeit besitzt, und auch nicht leicht ein anderes so rasch und so wohlfeil hergestellt werden kann.

Handschuhleder. 3) Die französische oder Erlanger Weissgerberei befasst sich nur mit der Herstellung von Handschuhleder für Glacéhandschuhe; an ihnen bleibt die Narbe der Felle unverändert, während bei waschledernen Handschuhen, welche mit Thran gegerbt werden, stets die Narbe der Felle abgenommen ist. Das alaungare Handschuhleder erheischt, weil es zu Luxusartikeln, den Glacéhandschuhen, verarbeitet wird, die Eigenschaften des Weissleders in hohem Grade, da diese Leder, wenn sie weiss bleiben, ein gleichmässiges Weiss erhalten sollen, und wenn sie gefärbt werden, dieses fast durchweg mit hellen und delicaten Farben geschieht. Nur durch sorgfältiges Behandeln der Felle in den vorbereitenden Operationen, durch pedantische Reinlichkeit, durch Fernhalten von Allem, was Flecke hervorrufen könnte wie Eichenholz, eisenhaltiges Wasser und dergl. ist man im Stande, diese Bedingungen zu erfüllen. Dazu gesellt sich noch der Umstand, dass

die Handschuhe grosse Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit, dabei möglichste Haltbarkeit und eine unversehrte Narbe besitzen müssen.

Zu dem bessern Glacéhandschuhleder werden zwei Fellsorten verwendet; die eine theuerere ist das Fell der nur mit Milch ernährten jungen Ziege (Zickel oder Kitz), die eine wohlfeilere ist das Fell des Lammes. Jedes dieser Felle liefert im Durchschnitt zwei Paar Handschuhe.

Die Vorbereitungsarbeiten sind die gewöhnlichen der Weissgerberei, die Gerberei selbst weicht aber vollständig ab, indem die Felle mit einem Gerbebrei (der Nahrung) gegerbt werden, durch welchen sie nicht nur weissgar werden, sondern auch das zur völligen Geschmeidigkeit nöthige Oel erhalten. Dieser Brei besteht aus Weizenmehl, Eidotter, Alaun, Kochsalz, welche man mit Wasser zu einem flüssigen Brei anrührt. Statt der Eidotter wird bisweilen Olivenöl angewendet. Die Felle werden darin einige Zeit getreten und gewalkt. Dann werden sie durch einfaches Ausziehen gereckt, an der Luft, so schnell es geht, getrocknet, gelinde angefeuchtet, dutzendweise zwischen Leinwand gelegt, getreten, um sie zu erweichen und dann einzeln der Länge und Quere nach auf der Fleischseite bis zu genügendem Ausrecken über das Stolleisen gezogen, darauf getrocknet und nochmals gestollt, wodurch die letzten Spuren anhängenden Mehles entfernt werden und die erforderliche Geschmeidigkeit gegeben wird. Die Narbenseite nach aussen gekehrt, wird dieses Leder zu den Glacéhandschuhen verwendet, denen man durch Glätten oder Glänzen (mittelst der gläsernen Blankstosskugel oder mit Hülfe der Appretirmaschine), oder auch durch Ueberstreichen mit Eiweiss, Senegalgummi, Tragant oder Seife Glanz giebt. Das Färben der alaungaren Handschuhleder findet gewöhnlich auf der Narbenseite, seltener auf der Fleischseite statt und geschieht entweder durch Eintauchen oder durch Anstrich. Letzteres Verfahren, unter dem Namen des englischen Verfahrens oder der Fixfärberei bekannt, ist das gewöhnlichere.

Nach Knapp's Versuchen lässt sich ein schönes weisses Glanzleder erzeugen, wenn man Blösse aus Lamm- oder Ziegenfell in einer gesättigten alkoholischen lauen Stearinsäurelösung ausgerbt. Das so erzeugte Leder ist geschmeidig, von weisserer Farbe als gewöhnliches Glacéhandschuhleder und von ganz besonders schönem natürlichen Glanz der Narbe.

Knapp's Leder. 4) Die Lederbereitung mit unlöslichen Seifen, von Knapp erfunden, scheint für die Gerberei von grosser Wichtigkeit werden zu wollen. Die gerbende Eigenschaft des Eisenoxydes ist längst bekannt und noch im Jahre 1855 liess sich Belford für England ein Patent auf ein Verfahren zur mineralischen Gerbung der Häute patentiren, welches auf der Anwendung des Eisenoxydes beruht. Es ist bis jetzt aber nicht gelungen, ein brauchbares Leder damit herzustellen. In einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd und Eisenchlorid färbt sich die Blösse rothbraun, in einer Lösung von Chromchlorid blaugrau, jedoch nach dem Trocknen erhält man ein schlechtes, narbenbrüchiges, oft ganz sprödes Leder, selbst dann noch, wenn die Gerbeflüssigkeit möglichst wenig oder keine freie Säure enthält. Es ist wahrscheinlich, dass die Eigenschaft des Eisenoxydes, durch Sauerstoffabgabe zerstörend auf die Faser einzuwirken, beim Brüchig- und Sprödewerden des mit Eisenoxyd gegerbten Leders eine Rolle spielt. Wird die Eisenchloridlösung vor dem Gerben mit so viel Natron (Soda oder Aetznatron) versetzt, als sie verträgt, ohne einen bleibenden Niederschlag zu bilden, so wird das Oxyd leichter und reichlicher auf die Faser niedergeschlagen; nebenbei hat man den Vortheil, dass die saure Reaction auf die Haut gehoben und eine dem Zusatz der Soda entsprechende Menge Kochsalz gebildet wird. Aus dieser Lösung nun gerbt sich die Haut weit leichter und mit voller Geschmeidigkeit. Das so gegerbte Leder hat jedoch das mit dem weissgaren gemein, dass es im Wasser die Gerbung verliert und deshalb nur für Gegenstände sich eignet, welche mit Wasser nicht in Berührung kommen. Um ihnen Widerstand gegen die Feuchtigkeit zu geben, sind die Metalloxyde auf der Faser in unlösliche Verbindungen überzuführen, welche zugleich der Biegsamkeit und Weichheit der Hautfaser sich anschliessen, die Raschheit der Gerbung befördern und möglichst haltbar auf der Faser fixirt sind. Hierzu eignen sich am

besten die Verbindungen der Oxyde von der Formel $R_2 O_3$ mit den fetten Säuren, mithin die Thonerde-, Eisenoxyd- und Chromoxydseifen, die in Wasser unlöslich, ferner biegsam sind und, was für die Praxis erheblich ist, sich durch doppelte Zersetzung aus in Wasser löslichen Verbindungen herstellen lassen.

Bei der Ausführung der Gerbung mit unlöslichen Seifen bereitet man zwei Bäder, eines mit Seifenwasser, welches 3—5 pCt. Kaliseife enthält, und ein zweites, eine Auflösung des gerbenden Salzes, welches 5 pCt. davon enthält. Die Blössen werden zuerst in die Salzlösung gebracht, fleissig darin bewegt, öfters zum Abtropfen herausgenommen, dann von Neuem hereingelegt, bis sie gehörig imprägnirt sind, wozu 1—2 Tage gehören. Nach dem Abtropfen kommen sie zum Ausgerben ebenfalls 1—2 Tage lang in die Seifenlösung. Nach beendigtem Gerben werden die Häute abgespült und getrocknet.

Die Knapp'sche Gerbung mit unlöslichen Seifen ist, wenn auch nicht im Princip, doch in der Tendenz einer Combination der Alaungerberei mit der Sämischgerberei ähnlich. Das mit Thonerdeseife gegerbte Leder ist weiss und besitzt an Stelle der trocknen, fast kreidigen Oberfläche der weissgaren Leder eine weiche, glänzende und fettig anzufühlende Oberfläche. Gerbt man aus einer Flüssigkeit, die Eisen- und Chromoxydsalze gemischt enthält, so erhält man Leder von einer Farbe, die bei geeignetem Verhältniss der beiden Salze der Farbe des rothgaren Leders täuschend ähnlich ist.

III. Die Sämisch- oder Oelgerberei.

Sämischgerberei. Die Sämisch- oder Oelgerberei wandelt die Felle von Hirschen, Rehen, Hammeln, Schafen, zuweilen auch Kalbsfelle, dann auch Ochsenhäute (zu Riemen und Bandeliers beim Militair) in Oelleder (ölgares oder sämischgares Leder) um. Das Gerbmaterial ist Fett oder Thran. Das Oelleder findet hauptsächlich zu Bekleidungsgegenständen, namentlich zu Beinkleidern, Beuteln, Hosenträgern, Gamaschen, Westen, waschledernen Handschuhen, Bändern und Bandagen zu chirurgischen Zwecken Anwendung, wozu es sich in Folge seiner Weichheit, seiner wolligen Beschaffenheit und seines Zuges wegen besonders eignet. Da es im Wasser seine Gerbung nicht verliert und daher auch ohne Nachtheil gewaschen werden kann, nennt man es auch Waschleder. Die oberste Lage des Coriums, welche ihrer dichteren Beschaffenheit wegen, nicht dieselbe Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit besitzt wie die untere, also die Narbe, wird bei dickeren Fellen abgestossen; bei solchem ölgaren Leder fällt daher der Unterschied zwischen Narben- und Fleischseite hinweg. Das Abstossen der Narbe befördert zugleich das Eindringen des Fettes, welches unter der vereinigten Einwirkung von Luft und Wärme sich in Produkte umwandelt, welche mit der Hautfaser eine feste trockene Verbindung eingehen, in welcher der Fettgehalt nicht mehr physikalisch zu erkennen ist, namentlich hindert er nicht mehr das Eindringen des Wassers (das Oelleder ist daher keineswegs wasserdicht wie z. B. das Fettleder Klemms), dagegen nimmt es der Hautfaser das Vermögen, unter dem Einflusse des Wassers zusammenzukleben und einzuschrumpfen. Dünnere Felle, wie Felle von Ziegen und Lämmern, welche zu den feinen ölgaren Handschuhen dienen, behalten ihre Narbe der grösseren Haltbarkeit wegen und werden dann auf der Fleischseite nach aussen getragen.

Die für das Oelleder bestimmten Felle werden bis zur beendigten Enthaarung eben so vorbereitet wie in der Weissgerberei; da bei dem ölgaren Leder eine Schonung der Narbe nicht erforderlich ist, so werden die Haare nicht mit einem Stabe, sondern auf dem Streichbaum mit einem stumpfen Messer, dem Abstossmesser, abgestrichen, wobei zugleich die Narbe abgestossen wird. Die abgestossenen und durch Vergleichen von den unbrauchbaren Endstücken befreiten Felle kommen behufs ihrer vollständigen Entkalkung und Schwellung in Kleienbeize. Hierauf werden sie ausgewunden und sofort in die Walke gebracht, um hier mit dem Fette getränkt oder gegerbt zu werden. Hierzu werden die Felle, die Narbenseite nach oben auf dem Tische ausgebreitet und mit Thran oder Oel bestrichen, dann zu

Knäulen zusammengewickelt, unter eine Stampfwalke gebracht und 2—3 Stunden gewalkt, während dem man sie von Zeit zu Zeit herausnimmt, einige Zeit an der Luft liegen lässt und dann von Neuem ölt und walkt, bis sie genug Fett aufgenommen haben. Durch das wiederholte Aushängen an die Luft verlieren die Felle ihr Wasser allmälig und in dem Maasse, als das Wasser verdunstet, tritt das Oel an dessen Stelle; die Felle bleiben so lange der Luft ausgesetzt, bis die äussere Oberfläche abgetrocknet erscheint (anrauscht). Dass die Felle hinreichend Oel erhalten haben, erkennt man an einem eigenthümlichen scharfen, an Meerrettig erinnernden Geruch, welcher an die Stelle des Fleischgeruches tritt.

Bereits während des Walkens, noch mehr aber während des Aushängens der Häute an die Luft, hat sich der Thran theilweise verändert und ist mit der Hautfaser in Verbindung getreten; ein anderer und zwar der grösste Theil des Thranes erfüllt aber nur mechanisch die Poren des Leders. Der Zweck der nächsten Arbeit ist daher der, die Felle einer Art, mit Temperaturerhöhung begleiteten Gährung auszusetzen, durch welche dieselbe Wirkung in kürzerer Zeit erzielt wird, welche beim Aushängen der geölten Häute stattfand, und wodurch der grösste Theil des Thranes in Verbindung mit der Faser gebracht wird. Hierzu werden die Felle in die Wärmekammer gebracht, auf einem auf dem Boden ausgebreiteten Leinentuche zu einem konischen Haufen übereinander geworfen, mit Sorgfalt bedeckt, sich selbst überlassen und nur von Zeit zu Zeit gelüftet, damit die Häute sich nicht überhitzen. Das Zusammenlegen und Auseinanderwerfen der Haufen wird wiederholt, bis die Felle die erforderliche gelbe Farbe erhalten haben, welche ein Zeichen der beendigten Oxydation des Oeles ist. Das Behandeln der geölten Felle in der Wärmekammer nennt man das Färben in der Braut.

Ungeachtet der Gährung ist noch ein Theil des Oeles (man rechnet gegen 50pCt. des ursprünglich angewendeten) in der Haut im unverbundenen Zustande enthalten, welches durch eine lauwarme Potaschenlösung entfernt wird. Aus der ablaufenden weissen Brühe scheidet sich beim ruhigen Stehen eine Fettmasse ab, welche Dégras oder Gerberfett heisst, und wie Seite 555 gesagt worden ist, zum Zurichten des lohgaren Leders verwendet wird. Die entfetteten Leder werden ausgerungen, getrocknet und gestollt, um ihnen die Geschmeidigkeit wieder zu ertheilen, welche sie durch das Trocknen zum Theil verloren haben.

Das Rauh- oder Rauchleder ist ölgares Leder, dessen Narbe nicht abgestossen worden und dessen Fleischseite geschwärzt ist. Es ist seiner Milde und Weichheit wegen zu Damenstiefeln sehr beliebt. Nach den Versuchen von Knapp lässt sich eine Art Oelleder erhalten, wenn man eine Blösse abwechselnd mit einer Lösung von Seife und verdünnter Säure behandelt, so dass sich die fetten Säuren in der Faser niederschlagen. Nach der Gerbung muss das Leder gut ausgewässert werden.

Ueber die Constitution des Oelleders ist zur Zeit nichts bekannt; man weiss nicht, welche Zersetzungsprodukte des Oeles (ob allein die der fetten Säuren oder vielleicht auch die des Glycerins) mit der Faser eine Verbindung eingehen. Die Sämischgerberei hat ohne Zweifel vieles gemein mit dem Oelen der Baumwollstoffe als vorbereitender Operation der Türkischrothfärberei.

Pergament. Das Pergament ist kein Leder im technologischen Sinne, denn die Fasern der Haut, die zur Pergamentbereitung dient, ist weder durch Gerbstoff, noch durch Thonerdesalze, noch durch Thran, noch durch ein anderes Gerbematerial vor dem Zusammenkleben bewahrt, und lässt sich daher durch kochendes Wasser mit Leichtigkeit in Leim überführen (daher der Name Pergamentleim, welcher bei feinen Arbeiten höher geschätzt ist als der gewöhnliche Leim). Das Pergament ist im Wesentlichen nichts anderes als die von Haaren befreite rohe Haut einzelner und namentlich der kleineren Thiere wie des Kalbes und des Schafes, welches von anliegendem Schmutz und Fleisch befreit, aufgespannt und getrocknet wird.

Man unterscheidet eigentliches Pergament (parchemin, parchment), welches aus Schaffellen hergestellt wird, von dem Pergament, welches der Franzose Vélin oder Parchemin vièrge, und der Engländer Vellum nennt; letzteres ist feiner als das gewöhnliche Pergament und wird aus jungen Kalb-, Ziegen und todtgeborenen Lammhäuten bereitet.

Die verschiedenen Zwecke, denen das Pergament dient, bedingen bei der Fabrikation desselben einige Modificationen. Die Felle werden zuerst eingeweicht, gereinigt, im Kalkäscher behandelt und enthaart; Schaffelle werden, um die Wolle möglichst zu schonen, geschwödet. Nach dem Enthaaren werden die Felle gewaschen und zwar auf dem Schabebaum und zwar gewöhnlich (doch nicht immer) geschabt und von allem Fleisch befreit. Hierauf

eigenthümlichen Saft absondert und dadurch eine Stelle des Cocons erweicht und diese durchbricht. Behufs der Seidengewinnung wird jedoch dieser Zeitpunkt nicht abgewartet, sondern der Schmetterling oder vielmehr die Puppe noch in dem Cocon getödtet, mit alleiniger Ausnahme der zur Fortzucht bestimmten Cocons. Der Cocon ist das Material der Seidengewinnung, indem der aufgewickelte Faden sorgfältigst wieder abgewickelt wird.

Der Seidenbau. Arten des Seidenspinners. Die Hauptvarietät desjenigen Schmetterlinges, der die Seide producirt, ist, wie oben erwähnt, *Bombyx mori*, dessen Nahrung die Blätter des weissen Maulbeerbaumes (*Morus alba*) sind. Ausser dem Maulbeerspinner giebt es aber noch verschiedene Seidenraupenarten, von denen einige Beachtung verdienen, nämlich:

a) *Bombyx Cynthia*, den die Eingebornen des innern nordöstlichen Theiles von Bengalen in grosser Menge ziehen. Er wird von den Hindus Arrindy arria genannt. Die Raupe desselben lebt auf der Ricinusstaude (*Ricinus communis*) und die Seide, welche der Cocon liefert, ist obgleich nicht so schön wie die des Morusspinners, doch eine sehr nützliche, weil sie eine sehr dauerhafte ist. Die Ricinusraupe ist weniger empfindlich als die Maulbeerraupe und lässt sich nicht blos mit Ricinusblättern, sondern auch mit der Weberkarde (*Dipsacus fullonum*), der wilden Cichorie (*Cichorium Intybus*) und den Blättern des (*Aylanthus glandulosa*) ernähren. Versuche, die Ricinusraupe in Deutschland und Frankreich einheimisch zu machen, haben nicht ungünstige Resultate gegeben.

b) *Bombyx Pernyi* ist in China und der Mongolei einheimisch und nährt sich von Eichenblättern. Es ist vor einigen Jahren in Frankreich gelungen, einige Raupen dieser Race mit europäischen Eichenarten zum Einspinnen zu bringen.

c) *Bombyx mylitta*, die Tussahraupe, ist in allen Theilen Bengalens bis in die Berge des Himalaya, wo das Klima rauher ist als in den Ebenen von Hindostan, einheimisch. Die Seide dieser Raupe bildet einen beträchtlichen Handelsartikel in Bengalen. Sie nährt sich von der Eiche und den Blättern anderer bei uns vorkommender Bäume. Diese Raupen häuten sich fünfmal und liefern sehr grosse Cocons. Der Faden des Cocons ist 6—7 Mal stärker als der des gewöhnlichen Seidenwurmes. Leider kann die Tussahraupe nicht künstlich und in der Gefangenschaft aufgezogen werden.

Hinsichtlich der Zucht der Seidenraupe sind nachstehende Punkte zu erörtern:

1) Der Anbau der Maulbeerbäume, worunter nach den bisherigen Erfahrungen der weisse mit weissen, gelben oder röthlichen Früchten das geeignete Futter für die Seidenraupen abgiebt, die Behandlung der Bäume in der Samenschule, das Versetzen zu Spalieren oder ins Freie, die Pflege der Bäume u. s. w. ist Gegenstand der Landwirthschaft.

2) Die Erzeugung der Eier oder Grains geschieht auf folgende Weise: Unter den frischen Cocons sucht man diejenigen aus, die am grössten und festesten sind und einen feinen Faden haben. Die Cocons der weiblichen Schmetterlinge sind gewöhnlich oval, jene des männlichen Geschlechtes an beiden Enden etwas zugespitzt und in der Mitte ringförmig eingedrückt. Wenngleich die weiblichen und die männlichen Cocons nicht mit Gewissheit unterschieden werden können, so muss man bei der Auswahl der Cocons doch obige Kennzeichen berücksichtigen, um so viel als möglich eine gleiche Anzahl von Schmetterlingen beider Geschlechter erwarten zu können. 100 bis 120 Paare gut ausgebildeter Cocons liefern gegen 30 Grm. Eier oder etwa 50,000 Stück, von welchen gewöhnlich aber nur höchstens 70—75 pCt. Raupen auskriechen.

Die Cocons werden auf mit Leinwand bedeckten Tischen sich selbst überlassen. Nach etwa 12 Tagen kommen die Schmetterlinge zum Vorschein und begatten sich. Die Weibchen legen dann nach etwa 40 Stunden 3—400 Eier.

3) Das Ausbrüten der Eier. In den Seidenzüchtereien überspannt man hölzerne Reifen oder Rahmen mit grober und dünner Leinwand, streut die Samen recht dünn und gleichmässig über die Leinwand aus und bringt die Reifen oder Hürden in das Brutzimmer. Dabei bedeckt man die Eier mit einem Blatt Papier,

welches mit vielen kleinen Löchern durchstochen ist, und legt darauf klein geschnittene Maulbeerblätter.

In Frankreich findet die Benutzung der Couveusen — Oefen zum Ausbrüten der Grains — mehr und mehr Anwendung, weil man durch dieselben das regelmässige Auskriechen der Raupen mehr sichert; namentlich ist die Beschaffung einer feuchten Wärme bis 30° C., welche für die ersten Altersstufen der Raupen so gedeihlich ist, durch die Couveusen besser erreichbar. Vom 8. oder 10. Tage an beginnen die Raupen aus den weisslich gewordenen Eiern auszukriechen und begeben sich ihrer Neigung zum Lichte und zur Nahrung folgend, durch die Löcher des Papieres nach den Maulbeerblättern, mit welchen man sie abheben und in die Fütterungsräume bringen kann.

4) Die Aufziehung der Raupen geschieht in den Rauperien oder Magnanerien. Zur Unterbringung der Raupen befinden sich in der Magnanerie geräumige Gestelle, die in horizontale Fächer getheilt sind. Letztere werden aus Rohr- oder Weidengeflecht oder mit Netzen bespannten hölzernen Rahmen gebildet, über welche man Papierbogen ausbreitet. Man bringt die Raupen auf dieses Papier und giebt ihnen die nöthigen Maulbeerblätter, in der ersten Zeit im zerschnittenen Zustande.

Die Seidenraupe zeichnet sich durch erstaunlichen Appetit und durch schnelles Wachsthum aus; ihr Leben, von dem Ausschlüpfen aus dem Ei bis zum Einspinnen gerechnet, theilt sich durch das Wechseln der Haut, welches viermal erfolgt, naturgemäss in fünf Lebensalter, die an Dauer einander ziemlich gleich sind. Vom 30.—32. Tage an beginnt das Einspinnen. Nach der ersten und zweiten Häutung erhalten sie allmälig immer mehr Futter, da die Raupen, nachdem sie sich von der Anstrengung erholt haben eine steigende Esslust zeigen.

5) Das Einspinnen der Raupen. Wenn nach der vierten Häutung die Zeit des Einspinnens herannahet, so bereitet man den Raupen aus Birkenreisern Betten (Spinnhütten). Man bringt die spinnreifen Raupen auf Tellern in die Spinnhütten, vertheilt sie mit den Händen zwischen die Reiser, wo sie sich selbst den bequemsten Ort zum Einspinnen aufsuchen.

Sobald die Raupe einen zur Coconbildung passenden Ort erwählt und daselbst ihre ersten Fäden (die später vorsichtig abgezupft und für sich gesammelt werden und die Flockseide, eine Sorte aus der zum Theil die Florettseide besteht, bildet) befestigt hat, so entledigt sie sich noch einer festen, weissen oder grünen Substanz, die eine grosse Menge Harnsäure enthält; einige Zeit nachher sondert sie eine farblose, wasserhelle, stark alkalische Flüssigkeit ab, die eine Lösung von 1,5 pCt. kohlensaurem Kali ist. Letztere räthselhafte Ausleerung beträgt 15—20 pCt. des Gewichtes der Raupe. In 4—5 Tagen ist die Bildung der Cocons beendigt, doch werden dieselben von den Reisern erst bis zum 7. oder 8. Tage abgenommen, um sicher zu sein, dass sämmtliche Raupen mit der Operation des Coconspinnens zu Ende sind.

Was die chemische Beschaffenheit des Seidenfadens betrifft, so hat man zu unterscheiden zwischen der eigentlichen Faser und der dieselbe umhüllenden Substanz. Die eigentliche Faser besteht zur Hälfte etwa aus Fibroïn, welches nach neuern Untersuchungen von Städeler in nächster Beziehung zur Hornsubstanz und zum Schleime steht und die chemischen Eigenschaften dieser Körper besitzt. Die Zusammensetzung des Seidenfibroïns wird nach Vogel durch die Formel $C_{48}H_{38}N_8O_{17}$ ausgedrückt. Der gummiartige Ueberzug, über dessen chemische Natur so viel wie nichts bekannt ist, löst sich zum Theil in Wasser, leicht in Seifenwasser oder andern alkalischen Flüssigkeiten. Die Rohseide hinterlässt nach dem Verbrennen geringe Mengen Asche, Guinon fand in bei 100° getrockneter piemontesischer Rohseide 0,64 pCt. Asche, die 0,526 Kalk und 0,118 pCt. Thonerde und Eisenoxyd enthielt. Mulder fand in 100 Th. Rohseide:

	gelbe aus Neapel	weisse aus der Levante (Almasinseide)
Fibroïn	53,4	54,0
leimgebende Substanz . .	20,7	19,1
Wachs, Harz und Fett . .	1,5	1,4
Farbstoff	0,05	—
Albumin	24,4	25,5

6) Das Tödten der Puppen in den Cocons. Die Puppe bleibt in dem Cocon 15—20 Tage und bildet sich zu einem Schmetterlinge aus, der endlich den Cocon durchbricht und ausschlüpft. Die nicht zur Fortpflanzung bestimmten Cocons darf man begreiflicherweise nicht bis zur Entwickelung des Schmetterlings sich selbst überlassen, weil durch das Herausbrechen des Schmetterlings der Zusammenhang des Seidenfadens zerstört werden würde und durchbissene Cocons nur einen geringen Werth haben. Man muss demnach die in den Cocons befindliche Puppe tödten, was entweder mittelst Ofenwärme oder heisser Wasserdämpfe geschieht.

Zubereitung der Seide.

Die Zubereitung der Seide, d. h. die Ueberführung der Cocons in Fäden, die sich als Nähseide, als Webmaterial u. s. w. eignen, zerfällt in 6 Operationen, nämlich in 1) Das Sortiren der Cocons geht dem Abwickeln des Seidenfadens von dem Cocon voraus. Es muss mit grosser Sorgfalt geschehen, weil nur gleichartige Sorten zusammen mit Vortheil verarbeitet werden können und soll bezwecken 1) nicht nur eine Trennung der weissen Cocons von den gelben, sondern auch 2) eine Ausscheidung aller schad- und fehlerhaften Cocons, die sich zum Abhaspeln nicht eignen und nur noch zur Florettseide verwendbar sind. Zu letzteren sind zu rechnen schimmlig gewordene, durch Insekten angefressene, durchbissene (durch Ausschlüpfen der Schmetterlinge), durch Faulen der Puppen, fleckig gewordene Cocons u. s. w. Durch das Sortiren will man 3) die tadellosen Cocons nochmals trennen in mehrere Sorten, wobei die Feinheit des Fadens, deren Schönheit und Grad der Ablösbarkeit zu berücksichtigen ist, damit man beim Abwickeln möglichst gleichartige Seide gewinne.

2) Das Haspeln oder Spinnen der Seide ist die erste jener Arbeiten, welche die Gewinnung des Seidenfadens von dem getödteten und sortirten Cocon zum Zwecke haben. Sie besteht darin, dass der Faden, welcher von der Raupe während des Einspinnens zu einem Knäuel aufgewickelt wurde, von dem Cocon abgewickelt und auf einem Haspel aufgewunden wird, so dass er die Gestalt eines Strähnes annimmt. Bei dieser Arbeit nimmt man, da der einzelne Seidenfaden viel zu fein und zart ist, in der Regel 3—10, bei gröbern Seidensorten bis zu 20 zusammen, die durch das Haspeln zu einem Faden vereinigt werden. Dieses Abhaspeln oder Abwickeln würde nun eine höchst einfache Arbeit sein, sobald man das Ende des Fadens aufgefunden hat, wenn die Windungen der Coconfäden nicht mit einer klebenden Substanz an- und aufeinander geleimt wären, wenn ferner nicht die innerste und dichte Lage des Cocons das Abwickeln überhaupt desselben verböte. Der übrige Faden lässt sich abwinden, sobald der leimartige Ueberzug durch heisses Wasser erweicht worden ist. Von den von dem Cocon abgehaspelten Doppelfäden werden, wie erwähnt, mehrere zu einem zusammengesetzten Faden verbunden. Die erweichte leimähnliche Substanz bewirkt dann auch bei ihrem nachherigen Wiederaustrocknen das Zusammenkleben der zu einem Faden vereinigten Coconfädchen, welche nur durch diesen Leim und keineswegs durch Zusammendrehen mit einander verbunden sind. Die Länge des von normal ausgebildeten Cocons abzuhaspelnden Seidenfadens beträgt 250—900 Meter. Um lange Strähne zu bilden, ist daher ein häufiges Anstückeln, eine Ersetzung der abgelaufenen Cocons durch neue erforderlich, wobei man jedoch nicht ausser Acht lässt, dass an einem Cocon der Faden nicht überall gleich stark, sondern nach aussen zu stärker ist, weshalb die Anzahl der zusammen abzuhaspelnden Cocons nicht constant zu bleiben hat. Sobald der innere Theil einiger Cocons zur Abhaspelung kommt, hat die Hasplerin den Faden durch Hinzufügung eines Cocons zu verstärken. Ein Cocon giebt 0,16—0,20, höchstens

0,25 Grm. Rohseide. Dem Gewichte nach rechnet man im Durchschnitt auf 1 Kilogr. Rohseide 10 Kilogr. frisch getödteter oder 7—8, ja selbst 12 Kilogr. trockner Cocons.

Die gehaspelte Seide heisst Rohseide, Ratzenseide, Grezseide. Man verlangt von ihr, dass sie als ein runder, glatter (d. h. von Knoten und Flocken befreiter), reiner und glänzender, fester und starker Faden von gleicher Dicke erscheine, ferner, dass die Fäden im Strähne nirgends an einander geklebt seien.

3) Das Mouliniren oder Zwirnen der Seide. Der einfache Rohseidenfaden ist für die meisten Anwendungen der Seide, mögen sich dieselben auf Sticken und Stricken, auf Weberei oder Strumpfwirkerei beziehen, erst dann anwendbar, wenn mehrere solcher Fäden durch Zusammendrehen zu einem vereinigt worden sind. Dort, wo man einfache Seidenfäden benutzt, giebt man denselben vorher durch Drehung Zusammenhang, Dichte und Rundung. Unter Zwirnung versteht man die Vereinigung zweier oder mehrerer Fäden durch Drehung, unter Drehung dagegen die gleiche Behandlung des Rohseidenfadens.

Die Hauptarten der gezwirnten Seide sind folgende: 1) Organsinseide, die zur Kette der Seidenzeuge dient, ist aus der besten Sorte Rohseide dargestellt. Man haspelt hierzu den Rohseidenfaden von 3 bis zu 8 Cocons, giebt demselben vor dem Mouliniren eine starke Drehung rechts (in dem Sinne wie bei Schrauben) und moulinirt dann zwei solcher gedrehter Rohseidenfäden zusammen. 2) Tramaseide, zum Einschusse und zur Verfertigung von Seidenschnüren dienend, wird aus geringeren Cocons gefertigt. Man haspelt gewöhnlich 3—12 Cocons. Unter einfädiger Trama versteht man einen einfachen, für sich gedrehten Rohseidenfaden; die zweifädige Trama besteht aus zwei, nicht gedrehten Rohseidenfäden, die links, aber weniger scharf gezwirnt sind als Organsin; die dreifädige aus drei u. s. w. Die Tramaseide ist weicher und flacher als die Organsinseide und füllt daher in den Seidenzeugen besser als runde Fäden. 3) Maraboutseide, die sich durch dralle Zwirnung, Steifigkeit und peitschenschnurähnliche Härte auszeichnet, wird aus drei Fäden der weissesten Rohseide nach Tramaart moulinirt, dann, ohne die Seide zu entschälen, gefärbt und nach dem Färben nochmals gezwirnt. 4) Poilseide ist ein einfacher Rohseidenfaden, der aus mehreren gedrehten Coconfäden besteht; sie dient als Unterlage für Gold- und Silberfäden, Tressen und dergl. 5) Nähseide wird aus Rohseidenfäden von 3 bis 22 Cocons auf verschiedene Weise gedreht; die Strick- oder Häkelseide ist ebenfalls der Nähseide ähnlich, aber stärker.

4) Das Titriren und Conditioniren der Seide. Den Feinheitsgrad (*titre*) der Rohseide, sowie der gezwirnten Seide drückt man dadurch vergleichbar aus, dass man angiebt, wie viel Mal eine gewisse Fadenlänge in einer gewissen Gewichtseinheit enthalten ist. Die zu Grunde gelegte Fadenlänge ist gleich 400 Ellen oder 475 Meter. Spricht man von einer Seide von 10 Grains, so heisst dies, dass dieses Gewicht eine Fadenlänge von 475 Meter hat; eine Seide von 20 Grains hat die nämliche Länge von 475 Meter, aber das doppelte Gewicht, sie ist daher nur halb so fein als die erstgenannte Seide.

Die Seide, die rohe wie die gezwirnte, enthält stets grössere Menge von hygroskopischem Wasser, dessen Quantum blos nach der äussern Beschaffenheit der Seide nicht abgeschätzt werden kann. Der gewöhnliche Wassergehalt der käuflichen Seide beträgt im Durchschnitt 10—18 pCt. Unter Umständen kann die Seide sogar bis über 30 pCt. Wasser aufnehmen, ohne eigentlich feucht zu erscheinen. Bei einer Waare von so hohem Preise wie die Seide ist das hygroskopische Verhalten der Seide in mercantiler Hinsicht von hohem Belang, da es Veranlassung zu absichtlicher und unfreiwilliger Täuschung und zu Collisionen giebt, und begreiflicherweise einen nachtheiligen Einfluss auf den Seidenhandel ausübt, insofern man darüber im Unklaren bleibt, wie viel wirkliche Seidensubstanz in einem gegebenen Gewichte Seide enthalten ist. Um den genannten Uebelstand zu beseitigen, wird die Seide conditionirt, d. h. es wird jeder zu verkaufenden Seide der Wassergehalt durch Untersuchung einer Probe dieser Seide von der Behörde bestimmt. Die Anstalten, in denen das Conditioniren vorgenommen wird, heissen Seidenconditions- oder Trocknungsanstalten.

5) Das Entschälen der Seide. Der Rohseidenfaden, wie er in dem Cocon vorkommt, ist mit einem eigenthümlichen Ueberzuge, der die Ursache der

verschiedenen Farbe ist und der Seide eine gewisse Härte, Rauhigkeit und Steifheit ertheilt, versehen. Zu gewissen Zwecken, so zu Mühlbeuteltuch, zu Gaze, zu Krepp etc. ist diese Beschaffenheit erwünscht, in den meisten anderen Fällen ist es aber nöthig, die Seide von diesem Ueberzuge zu befreien, was durch das Entschälen der Seide geschieht. Die Seide heisst dann entschälte oder gekochte Seide und besitzt dann nicht nur die erforderliche Weichheit, den eigentlichen Seidenglanz, sondern auch die Fähigkeit, die Farbstoffe beim Färben vollkommen anzunehmen.

Das Entschälen der Seide zerfällt in drei Operationen, nämlich in

1) das Degummiren,
2) das Kochen,
3) das Schönen.

Das Degummiren geschieht auf folgende Weise: Man löst Baumölseife in warmem Wasser, erwärmt die Lösung bis auf 85° C., hängt dann die Seide mit Hülfe eines Stockes in ihren Strähnen in das Seifenbad ein, und dreht die Strähne so oft auf dem Punkte herum, bis die Seide überall von ihrem firnissartigen Ueberzuge hinreichend befreit ist. Die so gereinigte Seide wird hierauf aus dem Seifenbade genommen, ausgerungen, in Wasser gespült und getrocknet. Durch das Degummiren verliert die Seide, theils nach der Menge des Firnissüberzuges, theils nach der Quantität der verwendeten Seife, 12—25 pCt. an Gewicht. Im degummirten Zustande ist die Seide geeignet, mit dunklen Farben gefärbt zu werden, für helle Farben muss sie dagegen dem Kochen unterworfen werden. Zu dem Ende giebt man die degummirte Seide in Säcke aus grober Leinwand, so dass in jeden Sack 12—16 Kilogr. Seide kommen, und bringt die Säcke in ein ähnliches Seifenbad. In diesem Bade wird die Seide anderthalb Stunden lang gelassen; hierauf wird dieselbe herausgenommen, ausgerungen und gespült. Die letzte Arbeit des Entschälens, das Schönen, hat den Zweck, der Seide eine schwache Färbung und dadurch ein angenehmeres Ansehen zu geben. Man unterscheidet verschiedene Nüancen von Weiss, nämlich chinesisches Weiss, Azurweiss, Perlweiss etc. Ersteres (mit röthlichem Schimmer) erhält man, indem man die Seide durch laues Seifenwasser mit einer geringen Beimengung von Orlean zieht. Die bläulichen Nüancen ertheilt man der Seide durch Indig (Lösung von geschlämmtem Indig). Das vollkommene Bleichen der entschälten Seide geschieht durch die Einwirkung der schwefligen Säure, entweder dadurch, dass man die Seidensträhne in dem Schwefelkasten durch Verbrennen von Schwefel schwefelt, oder dass man sie mit einer wässerigen Lösung von schwefliger Säure behandelt.

Da eines Theils die Seide durch das Entschälen zu viel an Gewicht, überhaupt an Körper verliert, andern Theils aber die rohe Seide nur selten gefärbt werden kann, so hat sich nach und nach in der Praxis eine Mittelstufe zwischen der abgekochten und der rohen Seide gebildet, der sogenannte Souple. Er wird erhalten durch Behandeln der Strähne mit einem siedenden Wasserbade mit sehr wenig Seife (auf 25 Kilogr. Seide 1 Kilogr. Seife), oder mit einer Lösung von mit Schwefelsäure versetztem Bittersalz oder Glaubersalz. Der Gewichtsverlust der Seide beträgt hierbei 4—8 bis 10 pCt.

Um die Rohseide zu bleichen, ohne ihr die natürliche Steifheit zu entziehen, digerirt man die Strähne bei einer Temperatur von 20—30° mit einem Gemenge von Salzsäure und Alkohol. Die Flüssigkeit nimmt hierbei eine grüne Farbe an und in dem Verhältnisse, wie die Intensität der Farbe zunimmt, wird die Seide weiss. Sie wird hierauf ausgerungen, in Wasser gespült und abgetrocknet. Der Gewichtsverlust beträgt demnach 2,91 pCt. Nach der Neutralisation der zurückbleibenden Flüssigkeit mit Kreide kann man durch Destillation den grössten Theil des Alkohols wieder gewinnen.

Die Seidenweberei. Die Fabrikation der Seidenzeuge stimmt im Wesentlichen mit jener der Gewebe aus Baumwollgarn, Leinengarn, Kammwollgarn überein. Wie Seite 539 angeführt, dient fast durchgängig Organsinseide als Kette, Trama als Schuss. Die gemischten Stoffe haben Baumwollgarn, oder Garn aus Kammwolle, Alpaka und Mohair zum Einschuss, während die Kette Seide ist. Häufig ist die Kette oder der Schuss, oder auch beide, ein mehrfacher, aber nicht gezwirnter Faden, dadurch erreicht man eine grössere Dicke und Dichte des Gewebes, ohne dass dasselbe ein grobes Aussehen erhält. Einer eigenthümlichen Ausrüstung bedürfen die Seidenzeuge nicht, so wie

sie vom Webstuhle kommen, sind sie fertige Waare, sie werden blos zusammengelegt und in einer Presse glatt gepresst. Die leichteren Sorten von Atlas und Taffet werden jedoch gummirt und cylindrirt; zu diesem Behufe wird das in einem grossen Rahmen horizontal ausgespannte Gewebe auf der unteren Seite mit einer dünnen Tragantlösung mit Hülfe eines Schwammes überstrichen, schnell getrocknet und dann durch eine Kalander gelassen, deren eiserne Walze durch einen glühend eingelegten eisernen Bolzen geheizt ist. Schwere Seidenstoffe erhalten oft durch Druck auf die theilweise befeuchtete Fläche einen wellenartigen Schimmer (Moirirung), sammetartige Seidenzeuge erhalten zuweilen vertiefte oder erhabene Zeichnungen durch Pressen mit gravirten Metallflächen (Gaufriren).

Die seidenen Zeuge zerfallen in 1) glatte; 2) geköperte; 3) gemusterte Stoffe; 4) Gaze oder Flore; 5) Sammet.

a) Zu den glatten seidenen Geweben gehören 1) der Taffet, worunter man die leichteren, aus entschälter Seide gewebten glatten Zeuge versteht, bei welchem die Kette Organsin und 1fädig, der Einschlag Trama und 2- bis 3fädig ist, 2) der Gros (*Gros de Tours, Gros de Naples*), ein dichter taffetartiger Stoff, der aus besonders starken Fäden in Kette und Schuss gewebt ist und deshalb wie mit einer Art regelmässigen Kornes bedeckt oder, wenn dicke mit dünnen Fäden wechseln, gerippt erscheint.

b) Zu den geköperten Geweben gehören: 1) die verschiedenen Sergen (*Croisé, Levantin, Drap de soie, Bombasin*), von welchen die von der Kette den grösseren Theil zeigende Seite die rechte ist; 2) der Atlas oder Satin in seinen Varietäten: einfacher, doppelter, halber und Sergenatlas.

c) Zur gemusterten Arbeit gehören alle figurirte, gewürfelte und geblümte Seidengewebe (Droguet, Chagrin, Satinet, Rips, Seidendamast, Brillantstoff, Pequin).

d) Zu den sammetartigen Geweben gehören 1) der ächte Sammet (geschnitten oder ungeschnitten, 2) der Plüsch.

e) Zu den Seidengazen oder Flören rechnet man 1) den Marle, 2) den Seidenstramin, 3) den Krepp oder Flor, 4) die Beutelgaze, und 5) den Barège (leichter durchsichtiger Seidenstoff).

Endlich sind hier auch die gemischten Gewebe anzuführen, deren Bedeutung von Jahr zu Jahr zunimmt. Die Verbindung oder Mischung verschiedener Webmaterialien hat einerseits zum Zweck, ein unedleres oder billigeres Material mit einem edleren oder theueren in einer Weise zu verbinden, dass das erstere möglichst wenig sichtbar erscheint, und hierdurch der Stoff einem solchen, welcher ganz aus dem besseren Material dargestellt ist, täuschend ähnlich wird. Dieser Zweck ist in dem Streben begründet, Fabrikate von werthvollerem Aeusseren zu möglichst billigem Preise zu liefern. Andererseits dient auch die Verbindung verschiedenartiger Webmaterialien dazu, eine grosse Mannigfaltigkeit in den Geweben herzustellen. Der verschiedene Reflex der einzelnen Farben auf Seide, Wolle, Alpaka, Mohair, Baumwolle und Leinen, je nach der Beschaffenheit des Gespinnstes und des Materiales, das eigenthümliche Verhalten der aus den genannten Materialien hergestellen Fäden hinsichtlich der Feinheit, Haltbarkeit, Elasticität, Angriff u. s. w. sind Eigenschaften, welche grosse Abwechslung und Modificationen in der Herstellung der Gewebe erlaubt.

Unterscheidung der Seide von der Wolle und den vegetabilischen Gespinnstfasern.

Durch das gegenwärtig sehr gebräuchliche Verspinnen und Verweben von Seide und Wolle, Seide und Baumwolle, ist ein einfaches Mittel, Seide von den übrigen Webmaterialien zu unterscheiden, Bedürfniss geworden. Ebenso wie bei der Prüfung der Leinen- und Baumwollfaser gründen sich auch hier die Prüfungsmethoden auf Verschiedenheiten im chemischen Verhalten oder auf unter dem Mikroskope wahrnehmbare Verschiedenheiten in der Gestalt.

Was zunächst die Unterscheidung der thierischen Fasern (Seide, Wolle, Alpaka) von den pflanzlichen (Flachs, Hanf, Baumwolle) betrifft, so ist das Kochen mit *Kalilösung* entscheidend, Seide und Wolle lösen sich auf, der Zellstoff der Pflanzenfasern löst sich nicht auf. Fäden von Seide und Wolle einer Lichtflamme genähert, entzünden sich und verbreiten den bekannten Geruch nach verbrennenden Federn, brennen aber nur so lange fort, als man sie in der Flamme lässt. Zieht man sie zurück, so verlöschen sie sogleich und an dem angebrannten Ende bleibt eine schwarze kohlige Masse sitzen, welche dicker ist als der Faden selbst; Fäden von Leinen und Baumwolle brennen fort, bilden keine kohlige voluminöse

Streichwollverarbeitung tritt in der vollendeten Entwickelung in der Fabrikation des Tuches auf, die Kammwollverarbeitung in der des Thibets, welcher überhaupt als Repräsentant eines nicht gewalkten, glatten Wollstoffes zu betrachten ist. Zunächst haben wir es hier nur mit der Verarbeitung der Streichwolle zu Streichgarn zu thun, wobei folgende acht Operationen zu unterscheiden sind:

I. Die Wäsche der Wolle oder die Fabrikwäsche. Die sortirte Wolle, so wie sie im Handel vorkommt, enthält immer noch eine gute Portion Schweiss, wovon sie vollständig befreit werden muss. Sie wird daher zum zweiten Male gewaschen, um sie zu entschweissen oder entfetten, was das Ziel der Fabrikwäsche ist. Das Entfetten kann nur mit Hülfe alkalischer Flüssigkeiten geschehen, die aber so schwach alkalisch sein müssen, dass die Wollfaser selbst dadurch nicht angegriffen wird.

Die alkalischen Flüssigkeiten sind Gemenge von Flusswasser und gefaultem Menschenharne, oder auch eine Lösung von weisser Seife in Flusswasser, oder endlich eine schwache Sodalösung.

Die entschweisste Wolle wird unverzüglich mit reichlichen reinem Wasser gespült oder gewaschen, bis das Waschwasser klar von der Wolle abläuft. Nach dem Waschen muss die Wolle ausgewunden und dann an einem schattigen Orte getrocknet werden, weil sie an der Sonne leicht gelb wird. 100 Th. käufliche Wolle, welche schon vor der Schur mit Wasser gewaschen worden ist, verlieren durch die Fabrikwäsche 17—40 Th., und hinterlassen demnach 60—83 Th. reine trockne Wolle.

II. Das Färben der Wolle. Die gewaschene und entfettete Wolle wird in gewissen Fällen, wenn sogenannte wollfarbige Tuche erzeugt werden sollen, vor dem Verspinnen gefärbt, und alsdann ist das Färben diejenige Operation, die unmittelbar auf das Waschen der Wolle folgt. Das Färben in der Wolle eignet sich nur für sehr haltbare Farben, weil andere Farben durch die Walke, wobei Seife und gefaulter Harn zur Anwendung kommen, zerstört werden würden. Durch das Färben der Wolle entsteht eine Gewichtszunahme, die manchmal weniger als 1 pCt., öfters dagegen bis zu 12 pCt. beträgt.

III. Das Wolfen. Die gewaschene Wolle verlangt als erste Stufe der nun eintretenden Bearbeitung eine Auflockerung, wodurch man beabsichtigt, die dichteren Flocken in gewissem Grade zu zertheilen, und zugleich die noch vorhandenen mechanisch anhängenden Unreinigkeiten zu beseitigen. Diese Auflockerung wird mit Hülfe des Wolfes bewerkstelligt, der mit der gleichnamigen, für die Auflockerung der Baumwolle angewendeten grosse Aehnlichkeit hat

IV. Das Einfe ten. Bei der grossen Neigung der Wolle, sich zu filzen, würden die Wollfasern in der zum weiteren Entwirren bestimmten Maschine, der Krempel, leicht reissen, wenn man den Fasern nicht durch gewisse Zusätze Geschmeidigkeit und Schlüpfrigkeit ertheilte. In der Regel ist das hierzu angewendete Mittel Oel und zwar für feine Wolle Baumöl und Arachisöl, für rohe und grobe Wolle Rüböl und Thran. Die bei der Fabrikation von Stearinkerzen als Nebenprodukt abfallende Oelsäure ist zum Einfetten sehr gut statt des Baumöles anzuwenden, wenn sie frei ist von Schwefelsäure (welche die Kratzenbeschläge angreifen würde) und Stearinsäure (die durch ihre dickliche Beschaffenheit die Vertheilung der Oelsäure auf der Wolle erschwert). Für 100 Kilogr. Wolle zu Kettgarn werden 10—12 Kilogr. Oel, für 100 Kilogr. Einschussgarn 12—15 Kilogr. Oel gerechnet.

V. Das Streichen (Krempeln oder Kratzen) hat denselben Zweck wie das Krempeln der Baumwolle. Auch sind die Wollkratzmaschinen den Baumwollkrempeln sehr ähnlich. Das Kratzen der Wolle geschieht stets wenigstens zwei Mal nach einander, auf etwas von einander abweichenden Maschinen ausgeführt. Das erste Kratzen wird Schrubbeln oder Pelzen genannt und auf der Pelzkarde (Schrubbelmaschine) ausgeführt. Hier wird durch die Zusammenwirkung der mit Kratzleder begleiteten Walzen die Wolle noch weiter aufgelockert und als ein lose zusammenhängendes Vliess wieder abgenommen, welches sich dann in mehreren übereinander liegenden Schichten auf einer grossen Trommel zu einem sogenannten Pelze aufwindet. Das zweite Kratzen geschieht auf der sogenannten Lockenmaschine, die sich von der Pelzkarde dadurch unterscheidet, dass sie die bearbeitete Wolle nicht in Gestalt eines Vliesses abliefert, sondern dieselbe mit Hülfe eines besonderen Apparates, der Lockenwalze nebst Zubehör, in runde fingerdicke Locken verwandelt, deren Länge etwa 1 Meter beträgt. Diese Locken werden dann auf der Vorspinnmaschine aneinander gestückelt und zu Vorgespinnst weiter verarbeitet. In neuerer Zeit ist ein verbesserter Apparat allgemein eingeführt worden, der die Lockenmaschine entbehrlich macht.

Es ist nämlich an der letzten Kratzmaschine eine Vorrichtung angebracht, welche anstatt der Locken sogleich Vorgespinnst liefert, wodurch mithin das Vorspinnen als besondere Operation wegfällt. Maschinen dieser Art heissen Vorspinnkarden.

VI. Das Vorspinnen. Dort, wo die Vorspinnkarden noch nicht eingeführt sind und man noch nach älterem Verfahren die Wolle auf der oben erwähnten Lockenmaschine in Locken verwandeln lässt, müssen diese Locken in einer selbständigen Operation auf der Vorspinnmaschine, jedenfalls mit grösserem Aufwande von Zeit und Arbeitskraft in Vorgespinnst (Vorgarn) übergeführt werden. Die bei der Streichwollverarbeitung gebräuchlichen Vorspinnmaschinen kommen in zweierlei Art vor. Beide haben Aehnlichkeit mit der Mulemaschine, insofern die Spindeln sich auf einem Wagen befinden, welcher von dem feststehenden Theile der Maschine weggeführt, darauf wieder eingefahren wird und so fort. Allein das die Ausziehung der Fäden vollführende Streckwerk fehlt, das durch einen sehr einfachen Mechanismus ersetzt ist, indessen zur Herstellung des groben Vorgespinnstes vollständig hinreicht. Entweder lässt man nun alle Bewegungen der Maschine durch die Hand des Vorspinners hervorbringen, oder man construirt die Maschine so, dass wie bei dem Halbselfactor das Ausfahren des Wagens mit dem Ausziehen und Drehen der Fäden durch Dampf- oder Wasserkraft, und nur das Einfahren, wobei das Aufwickeln des Gespinnstes auf die Spindeln stattfindet, durch die Hand besorgt wird.

VII. Das Feinspinnen. Die Ueberführung des Vorgespinnstes, möge dasselbe von der Vorspinnkarde oder von der Vorspinnmaschine geliefert worden sein, in Garn geschieht durch die Operation des Feinspinnens auf der Feinspinnmaschine; sie ist nach Art der Mulemaschine gebaut, nur fällt das mehrcylindrige Streckwerk weg, das durch ein einziges Cylinderpaar, die Lieferungscylinder, ersetzt ist. In Folge dieser Veränderung wird auch die Arbeitsweise der Spinnmaschine eine andere als bei der Baumwolle, indem die Verfeinerung des Vorgespinnstes nicht mehr durch Cylinderverzug, sondern hauptsächlich durch Nachzug, zum kleineren Theile auch durch Wagenzug bewirkt werden muss. Die Feinspinnmaschine unterscheidet sich nur in wenigen Punkten von der Vorspinnmaschine. Die Drehung der Spindeln beim Feinspinnen ist jener beim Vorspinnen entgegengesetzt, das Vorgarn dreht daher zuerst sich auf und nimmt dann die verkehrte neue Drehung an. Dadurch wird die Streckung des Fadens beim Feinspinnen wesentlich befördert. Spinnt man Schussgarn, so hört mit eintretendem Stillstande des Wagens am Ende des Auszuges die Umdrehung der Spindeln sofort auf und es wird eingefahren. Wird dagegen das drallere Kettengarn gesponnen, so drehen sich die Spindeln noch einige Sekunden um, wenn auch der Wagen bereits stillsteht; dadurch erhält der Faden einen Zusatz von Drehung.

VIII. Das Haspeln des Wollgarnes geschieht in ähnlicher Weise wie das des Baumwollgarnes. Die Länge und Eintheilung der Strähne oder Stücke ist in den verschiedenen Ländern, ja oft in verschiedenen Spinnereien der nämlichen Gegend nicht gleich, indem nicht nur die Länge des einzelnen Haspelfadens (der Weifenumfang), sondern auch die Zahl der Fäden in einem Gebinde (Litze, Klapp) und der Gebinde im Strähn (Stück, Strang) abweicht. Die Feinheit des Wollgarnes bestimmt man durch Angabe der Anzahl Strähne, welche auf ein bestimmtes Gewicht (Zollpfund à 500 Grm. oder Kilogr.) gehen. Am zweckmässigsten und verständlichsten drückt man die Feinheit (wie in Belgien und zuweilen auch in Frankreich) durch die Anzahl Meter der Fadenlänge aus, welche 1 Kilogr. wiegt.

Kunstwolle. Die Kunstwolle oder Lumpenwolle ist derjenige Wollspinnstoff, der durch Zerreissen und Zerkratzen von Wolllumpen gewonnen und in sehr bedeutender Quantität statt neuer Schafwolle zu Garn und Geweben verarbeitet wird. Man unterscheidet zwei Arten von Kunstwolle, nämlich die sogenannte Mungo, eine kurzhaarige Sorte, die aus den Lumpen von gewalkten Wollstoffen gewonnen wird, und die Shoddy von längerem Stapel und von gestrickten Lumpen (Strumpfzeugen) herrührend. Ein wesentlicher Umstand bei der Fabrikation der Kunstwolle ist ein sorgfältiges Sortiren, welches in das Vorlesen, das Schneiden und das Sortiren im engeren Sinne zerfällt. Beim Vorlesen werden die nichtwollenen Bestandtheile ausgeschieden und die zurückbleibenden Wolllumpen durch eine Putzmaschine von Staub und anderen Unreinigkeiten befreit. Die gereinigten Lumpen werden nach den Hauptfarben zusammengeworfen und in kleine Stücke zerschnitten. Bei diesem Zerschneiden werden die Nähte sorgfältig herausgetrennt und zugleich alle baumwollenen, leinenen und seidenen Stoffe (vom Unterfutter, Taschen u. dergl. herrührend) beseitigt. Nächstdem werden die Lumpen nochmals in die Putztrommel gebracht und darauf nochmals sortirt. Das Ergebniss beim Sortiren ist ausserordentlich verschieden, je nach der Gegend und der Tracht des Landes, wo die Lumpen gesammelt wurden. Erfahrungsgemäss geben 100 Kilogr. Tuchlumpen, etwa 30 Kilogr. an Leder, Knochen u. s. w. Die

übrig bleibenden 70 Kilogr. roher Tuchlumpen liefern schliesslich 50 pCt. fertige Mungo, nachdem sie 4—10 pCt. Baumöl vor ihrer Zerfaserung auf den Maschinen erhalten haben. 100 Kilogr. roher Strumpflumpen ergeben dagegen im Durchschnitt 40—50 Kilogr. fertig sortirte, maschinenfertige Lumpen. Die Herstellung der Kunstwolle aus den maschinenfertigen Lumpen geschieht mit Hülfe eines Wolfes (Lumpenwolf), einer mittelst spitziger Stahlzähne und sehr schneller Bewegung wirkenden Maschine, in welcher die Lumpen zerrissen und in eine Menge loser Wollfasern verwandelt werden. Die Mungowolle wird von dem Lumpenwolf weg in Ballen gepackt und versendet, wogegen die Shoddywolle noch einer weiteren Behandlung auf einer gewöhnlichen Vorkratze oder Reisskrempel unterliegt, wobei sie 4—10 pCt. Baumöl erhält.

Tuchweberei. Das Tuch gehört zu den glatten Geweben, bei welchen die Einschlagfäden alternirend über und unter jedem folgenden Kettenfaden durchgezogen werden. Die charakteristische filzartige Decke, welche die Einschlag- und Kettenfäden verdeckt, erhält das Tuch erst durch die spätere Operation des Walkens. Was das Weben selbst anlangt, so stimmt die Tuchweberei gänzlich mit der Verfertigung der glatten leinwandähnlichen Stoffe überein. Gewöhnlich sind Kette und Schuss in einem Stücke Tuch von gleicher Feinheit; wenn diess nicht der Fall ist, so ist in der Regel seltener der Schuss als die Kette etwas feiner. Zu den Salleisten verwendet man stets gröbere Kettenfäden und von ordinärer Wolle.

Waschen und Walken des Lodens. In dem Zustande, in welchem das Streichwollgewebe vom Tuchmacherstuhle kommt, gleicht es nicht im Entferntesten demjenigen Fabrikate, das unter der Benennung Tuch im Handel sich findet. Das Gewebe, so wie es der Tuchmacher abliefert, ähnelt nämlich eher einem groben Leinengewebe, da Ketten- und Eintragfäden überall bloss und sichtbar liegen und die dem fertigen Tuche eigenthümliche Filzdecke, welche den Faden verdeckt, noch nicht vorhanden ist. Letztere Decke wird erst durch das Walken erzeugt. In Folge der grossen Verschiedenheit beider Zustände sind auch verschiedene Namen dafür üblich: das Tuchgewebe vor dem Walken heisst Loden, während nach dem Walken der Loden erst die Benennung Tuch erhält.

Dem Walken geht voraus das Noppen und das Waschen des Lodens. Ersteres hat den Zweck, aus dem Loden Knoten, Enden, fremde Körper wie Holz und Strohtheilchen, mit Hülfe einer kleinen Stahlzange zu entfernen. Durch das Waschen sollen Oel (von dem Einfetten), Leim (von der Schlichte) und Unreinigkeiten aus dem Loden entfernt werden. Als Reinigungsmittel wendet man an Schmierseife, Soda- oder Potaschelösung, die man mit Wasser in einen Trog bringt, in welchem der Loden warm und zwar in der Regel mit einer Waschmaschine behandelt wird.

Der Zweck des Walkens ist neben der eigentlichen Reinigung (wenn kein Auswaschen des Lodens vorher stattgefunden hat) oder auch des nur fortgesetzten Reinigens, wesentlich die Hervorbringung einer Verfilzung, durch welche die Fäden der Kette und des Einschlages verdeckt werden und das Gewebe die Beschaffenheit eines gleichförmigen, kurzhaarigen Pelzes annimmt. Die Verfilzung erstreckt sich keineswegs nur auf die Wollhärchen auf beiden Oberflächen des Tuches, sondern sie geht auch in das Innere dergestalt, dass die Ketten- und Einschussfäden kaum noch von einander getrennt werden können, ohne zu zerreissen. Die Bedingungen, unter denen das Walken stattfinden kann, sind Feuchtigkeit, erhöhte Temperatur und eine mechanische Behandlung, die knetend wirkt, so dass die einzelnen Garnfäden und die Wollfasern, aus denen die Garnfäden gebildet sind, gegen einander gedrückt und geschoben werden. Da während des Walkens das Gewebe zugleich entfettet werden soll, so muss das Wasser, das zum Walken dient, alkalisch gemacht werden. Diess geschieht fast allgemein durch gefaulten Harn, dessen Wirkung man entweder durch Seife (häufig Schmierseife) oder durch Walkerde (vergl. S. 315) unterstützt. Die Walkerde wird mit dem Harn angerührt, die Seife wird darin aufgelöst. Für ordinäre Tuche nimmt man Schmierseife, für feinere Palmöl-, ja selbst Olivenseife.

Das Walken geschieht mittelst der Walkmühlen. Bis auf die neuere Zeit behielt man das Princip bei, die Walkmühle durch den von schweren hölzernen Hämmern (daher der Name Hammerwalke) auf das in einem Troge befindliche Tuch ausgeübten Schlag wirken zu lassen. Gegenwärtig wendet man allgemein die Walzenwalken an, welche fast nur durch Druck oder wenigstens mit nur sehr schwachem Stoss wirken.

Rauhen und Scheren des Tuches. Um der durch das Walken erzeugten Filzdecke ein schöneres Ansehen zu geben, wird das Tuch gerauhet und dann geschoren, d. h. man

zieht die Wollhärchen in reichlicher Anzahl heraus und schneidet sie dann regelmässig zu einer dem Zweck entsprechenden Kürze ab.

1) Das Rauhen bezweckt, die während des Walkens des Tuches verwirrten und verfilzten Fasern auf der Oberfläche aufzulockern, emporzuheben, nach einer Richtung niederzustreichen (in den Strich zu legen) und dadurch zum Abscheeren vorzubereiten. Man bedient sich hierzu der Weberkarden (Weberdisteln von *Dipsacus fullonum*), die vermittelst ihrer zurückgebogenen, in Dornen auslaufenden Kelchschuppen wirken.

2) Das Scheren des Tuches, welches unmittelbar auf das Rauhen folgt und den Zweck hat, die durch das Rauhen aus der Filzdecke hervorgezogenen Wollhärchen, nachdem diese mit Hülfe einer Handbürste oder einer Bürstmaschine gegen den Strich aufgebürstet sind, zu gleicher Kürze abzuschneiden, wodurch erst das Tuch die glatte und schöne Oberfläche erlangt, die man an ihm zu sehen gewohnt ist. Das Scheren geschieht entweder mittelst Hand- oder Maschinenarbeit. Das Handscheren ist eine langwierige, mühsame und ziemlich schwierige Arbeit. Das Tuch wird streckenweise an den Salleisten über einen gepolsterten Tisch gespannt und dann dieser 18—24 Centimeter breite Theil der Breite nach mehrere Male nach einander abgeschoren. Die gegenwärtig allgemein eingeführten Schermaschinen sind die Cylinderschermaschinen, bei welchen mehrere Stahlblätter schraubenartig um einen eisernen Cylinder gewunden sind, dem man eine ununterbrochene rotirende Bewegung und zwar ununterbrochen in derselben Richtung giebt. Man unterscheidet Transversal-, Longitudinal- und Diagonalcylinderschermaschinen. α) Bei der Transversalschermaschine liegt der Cylinder nach der Länge des Tuches, und schreitet während seiner Drehung zugleich von der einen Kante des Stückes nach der anderen fort, wenn man nicht, was jedoch seltener der Fall ist, vorzieht, das Tuch sich nach seiner Breitenrichtung unter dem Cylinder fortbewegen zu lassen. β) Bei den Longitudinalschermaschinen bleibt der umlaufende Cylinder, welcher quer über die ganze Breite des Tuches von einer Leiste bis zur anderen sich erstreckt, stets an seinem Platze liegen und das Tuch geht mit ziemlich grosser Geschwindigkeit unter ihm, seiner Längenrichtung nach fort. γ) Zwischen den beiden vorstehenden Arten der Cylinderschermaschinen steht die Diagonal-Cylindermaschine, wobei mehrere Schercylinder schräg (in diagonaler Richtung) über der Tuchfläche angebracht sind, wodurch die bessere Arbeitsleistung der Transversalmaschine mit der Schnelligkeit der Longitudinalmaschine vereinigt werden soll. Die abgeschorene Wolle oder Scherwolle dient zum Auspolstern, oder auch in Tapetenfabriken zum Veloutiren.

Ausrüsten des Tuches. Ehe das Tuch fertige Waare ist, muss es noch durch drei Operationen, nämlich durch das Decatiren, das Bürsten und das Pressen vollends ausgerüstet werden.

1) Das Decatiren wurde früher nur angewendet, um das Tuch, welches in den Fabriken durch warmes Pressen mit schönem, aber nicht dauerhaftem Glanze versehen worden war, bevor es von dem Schneider verarbeitet wurde, von diesem künstlichen Glanze zu befreien und ihm einen dauerhafteren, wenngleich minder in die Augen springenden zu ertheilen. Gegenwärtig wird das Decatiren meist in den Fabriken selbst vorgenommen. Zu diesem Zwecke wickelt man das Tuch, möglichst straff angespannt, auf eine hohle, an den Enden offene, im Mantel mit vielen feinen Löchern versehene, kupferne Walze, und unterwirft es so in einem dicht verschlossenen Kasten der Einwirkung von heissen Wasserdämpfen. Hierdurch erhält das Tuch einen dauerhaften Glanz und die Eigenschaft, sich nicht mehr rauh zu tragen 2) Das Bürsten, früher nur angewandt, um das Haar nach dem Scheren wieder im Striche niederzulegen, findet jetzt weit ausgedehntere Anwendung. Gegenwärtig wird das Tuch nicht nur nach vollendetem Scheren gebürstet, sondern auch schon früher zwischen dem Scheren und sogar von Anfang desselben unmittelbar nach dem Rauhen. Die Bürstmaschinen, auf welchen das Tuch anhaltend gebürstet wird, enthalten durchgängig als Hauptbestandtheil einen ringsum mit steifen Bürsten von Schweinsborsten besetzten, in schnelle Umdrehung versetzten Cylinder, zuweilen auch zwei dergleichen, über welche das Tuch langsam hingeführt wird. Das Tuch ist hierbei entweder trocken oder nass, sei es durch vorläufiges Einweichen in Wasser oder durch Daraufleiten eines Wasserstrahles in der Bürstmaschine selbst, oder mit Wasserdampf imprägnirt, mithin zugleich feucht und erwärmt 3) Das Pressen ist die letzte Zurüstung des Tuches, nach welcher dasselbe als fertige Waare in den Handel gebracht wird. Es soll dem Tuche Glanz und Schönheit ertheilen. Beim Pressen faltet man das Tuch in der Art zusammen, wie man es in den Handel bringt, und legt zwischen die einzelnen Lagen desselben Bogen von Glanzpappe (Presspäne): feinere rechts, gröbere auf der linken Seite des Tuches. Man bringt

6—12 Stücke Tuch zugleich in die Presse. Zwischen jedes Stück kommt ein gewöhnlicher Pappbogen, sodann ein Brett, und zwischen je zwei Bretter eine erhitzte eiserne Platte.

Arten der tuchartigen Wollzeuge. Ausser den eigentlichen gewalkten und geschornen Tuchen fabricirt man noch eine grosse Anzahl tuchartiger Wollzeuge, von denen als die hauptsächlichsten die folgenden zu nennen sind:

Flanell ist glatt oder geköpert, nur wenig gewalkt, auf der rechten Seite ein Mal gerauht und entweder nicht oder nur ein Mal geschoren. Die Kette besteht oft aus Kammgarn, mitunter auch aus Baumwollgarn oder Floretseide, der Einschuss aber stets aus Streichwollgarn. Der Swanskin (Schwanenhaut) ist ein feiner und geköberter Flanell. Letzterem sehr ähnlich ist der Boi oder Boy. Kasimir ist ein feines und geköpertes Tuch, das nur ein Mal gerauhet, aber eben so oft geschoren ist als feines Tuch; das Haar ist kurz, deckt die Gewebfäden wenig und lässt den Köper durchblicken. Man fabricirt auch Kasimir mit Kette aus Kamm- oder auch Baumwollgarn. Fries, Flaus, Coating ist gröber, dicker und langhaariger als Tuch, stark gewalkt aber wenig gerauhet und noch weniger geschoren. Die Ausrüstung nach dem Scheren besteht in Bürsten und heissem Pressen. Zuletzt wird der Stoff mit Tragantwasser überstrichen, geplättet, mit Baumöl befeuchtet und endlich wieder geplättet. Eine feinere und nicht geköperte Art Fries heisst Damenfries oder Lady-Coating, schwerere und kurzgeschorene Sorten werden Castories genannt. Die durch dickeres Gespinnst, festere Walke und ein wenig kürzer geschorenes Haar ausgezeichneten Friessorten werden als Sibirienne, Kalmouck (auch Biber) und Düffel unterschieden. Der Buckskin ist geköperter, ungerauheter, aber auf der rechten Seite glatt geschorener Beinkleiderstoff. Leichtere Sorten davon werden Doeskin genannt. Kirsei ist ein grobes, nicht appretirtes (mithin weder gerauhetes noch geschorenes) Zeug zu Mänteln für Militair, die Marine, Eisenbahnbedienstete und dergl. Hierher gehören auch die Kotzen zu Fussdecken, Pferdedecken und dergl., der Papiermacherfilz, ein grober, geköperter, locker gewebter, wenig gewalkter, nicht gerauheter und nicht geschorener Stoff, welcher in der Papierfabrikation als Zwischenlage der geschöpften Papierbogen dient und da er die Feuchtigkeit absorbiren soll, eine schwammige Beschaffenheit zeigt. Das Filztuch, ein Tuch durch blosse Filzung von Wolle, ohne alles Spinnen und Weben verfertigt, das vor etwa 20 Jahren grosses Aufsehen machte, ist jetzt bereits so gut wie verschwunden. Die zum Verfilzen bestimmte Schafwolle wird, wie bei der Verfertigung gewebten Tuches, zuerst entfettet, gereinigt und gewolft, sodann auf die Pelzkarde in eine regelmässige, dicke, wattenähnliche Schicht verwandelt und dann gefilzt.

Kammwolle. Die Verarbeitung der Kammwolle. Wie Seite 527 erörtert wurde, ist die Kammwolle oder lange Wolle das Material zur Herstellung des Kammgarn; letzteres zeigt einen schlichten, glatten Faden, dessen lange Fasern möglichst parallel neben einander liegen und dient zur Fabrikation der glatten Wollstoffe. Man unterscheidet eigentliches Kammgarn und Halbkammgarn (Sayettengarn), welches letztere den Uebergang von Kammgarn zum Streichgarn ausmacht und durch diejenigen Garne gebildet wird, die zum Sticken, Stricken, in der Strumpfwirkerei, zur Teppichfabrikation, zu Posamentierarbeiten u. s. w. Anwendung finden. Obgleich das Halbkammgarn immer aus langer Wolle gesponnen wird, so wird doch diese Wolle nicht gekämmt, sondern gekrempelt, das von der Karde abgezogene Band wird dann wie ein gekämmter Zug auf den Kammgarnmaschinen zu Garn verarbeitet. Das Kammgarn besteht entweder nur aus Schafwolle, oder aus Mohair und Alpaka oder aus Gemischen von Wolle und Baumwolle, Wolle und Seide. Letztere Garne führen den Namen Phantasiegarne.

Die Fabrikation der glatten Wollzeuge (Kammwollzeuge) fällt so ziemlich mit der Fabrikation der Leinwand zusammen, was das Spulen und Schweifen, Aufbäumen und den Webstuhl anlangt. Einige Kammwollzeuge sind fertig, so wie sie vom Webstuhl kommen, andere bedürfen einer Appretur, die sich jedoch ganz nach der Art des Zeuges, dem Geschmack der Consumenten u. s. w. richtet.

Von der überaus grossen Anzahl glatter Wollzeuge sind als die hauptsächlichsten die folgenden zu nennen:

A. *Glatte Stoffe.* Der Perkan wurde vormals nur aus Kamelhaaren gefertigt, jetzt stellt man ihn aus Kammgarn dar, wenn er durch Mangen gewässert worden ist, heisst er Moor. Der Orleans besteht aus gezwirnter Baumwollgarnkette und einfachem Kammgarn-

eintrag. Der vom Webstuhl kommende Stoff wird gesengt, gewaschen, gefärbt, geschoren und zuletzt warm gepresst. Der Bombasin mit Kette und Schuss aus Kammgarn, wird behufs des Ausrüstens geschoren, gesengt und gepresst. Der Kamlot, früher aus Kamelgarn gefertigt, besteht aus Kammgarnschuss und Kette. Der Kripon ist aus stark gedrehtem Kammgarne zur Kette und loserem zum Einschuss gewebt. So wie er vom Webstuhl kommt, wird er schwarz oder grau gefärbt, dann auf eine Walze geschlagen und in Wasser gekocht, um ihn kraus zu machen. Das Mühlbeuteltuch aus stark gedrehtem Kammgarne gewebt, wird zu Mehlbeuteln und Beutelmaschinen angewendet. Zu den glatten Kammwollzeugen gehören ferner der Wollstramin, der Wollmusselin und der Chaly (Wollmusselin, jedoch mit seidener Kette). Hierher gehören auch die sogenannten Bradforder Artikel (gemischte Stoffe aus Alpaka, Mohair, Baumwolle, Seide, so z. B. ein Alpakagewebe mit Seidenkette unter dem Namen Lavella).

B. *Geköperte Stoffe.* Der Merinos mit drei- oder vierfädigem Köper, ist beidrecht, wird gesengt und geschoren und durch Mangen oder heisses Pressen mit Glanz appretirt. Nicht glänzend appretirter und weicherer Merino heisst Thibet. Andere Köpersorten mit 3, 4 oder 5 Schäften bilden die Sergen. Atlasähnliche Gewebe sind der Kalmang (Kalomank oder Kalmink) und der Lasting (zu Cravatten, Damenschuhen, Möbelüberzügen). Das Oelpresstuch für die Presssäcke der Oelmühlen ist ebenfalls ein geköperter Stoff von Kammgarn aus besonders starker und zäher Wolle.

C. *Gemusterte oder façonnirte Stoffe* treten hauptsächlich als Westen- und Hosenstoffe, ferner aus Schuhstramin (Schuhkord), als Woll- oder Möbeldamast auf. Auch die Shawls und Umschlagetücher sind hierher zu rechnen, deren Grundgewebe entweder gänzlich aus Kammgarn (bei den Kaschmir-Ternauxshawls aus Kaschmirwolle) oder aus floretseidener, in geringeren Quantitäten Baumwollkette und Kammgarnschuss besteht. Die wollenen Shawls, sogenannte Plaids, Tartans, Kabyles liefern besonders England und der Zollverein.

D. *Sammtartige Stoffe.* Der Wollsammet, der Wollplüsch, der Velpel. Von dem Sammet unterscheidet sich der Plüsch und der Velpel nur durch die Länge der Haare, welche beim Plüsch grösser als beim Sammet, und beim Velpel am grössten ist. Die sammetartigen Wollstoffe werden als Möbel-, Futter-, Vorhang-, Kragen-, Mützenstoffe u. s. w. angewandt. Sie werden mehr oder minder dicht gewebt, mit längerem oder kürzeren Flor versehen, kommen geschnitten und ungeschnitten vor und erhalten die Specialbenennungen: Astrakan, Krimmer, Biber, Castorin, Utrechter Sammet etc.

Die Verarbeitung der Seide.

Allgemeines. Die Seide unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Baumwolle, dem Flachse und Hanfe und der Wolle, dass die Natur sie bereits in Form eines langen und feinen Faden liefert, so dass bei ihrer Verarbeitung die Arbeit des Spinnens, die aus den übrigen kurzhaarigen Webmaterialien erst den Faden bereitet, überflüssig wird. An die Stelle des Spinnprocesses tritt das Filiren oder Mouliniren der Seide, wobei mehrere natürliche Fäden neben einander gelegt und vereinigt werden, um einen dichteren und stärkeren Faden zu erhalten.

Die Seide stammt von dem Seidenspinner oder Maulbeerspinner (*Bombyx mori*) her, welcher gleich den verwandten Arten einer vierfachen Verwandlung unterworfen ist. Aus dem durch die Frühjahrswärme gereiften Ei (Samen, Grains) bildet sich eine Raupe, die Seidenraupe (Seidenwurm), die je nach der Art des Seidenspinners bei fortschreitendem Wachsen drei bis vier Mal sich häutet und sich dann zur Verpuppung einspinnt. Zu dem Ende giebt die Raupe durch zwei Oeffnungen ihres Kopfes eine zähe klebrige Flüssigkeit als zwei besondere Fäden von sich, welche im Augenblicke des Hervortretens zu einem flachen Doppelfaden sich vereinigen, der im ununterbrochenen Zusammenhange fortlaufend den Cocon bildet, welcher der darin verborgenen Puppe zum Schutze gegen Temperatureinflüsse und Nachstellungen dient. Die beiden den Cocon bildenden Fäden sind zu einem Doppelfaden durch eine Art glänzenden Firnisses, Gummi genannt, verbunden, der zu gleicher Zeit ihre ganze Oberfläche einhüllt und gegen 35 pCt. vom Gewicht des Ganzen ausmacht. Nach 15—21 Tagen ist aus der im Cocon befindlichen Puppe ein Schmetterling geworden, der, um sich einen Ausweg aus dem Cocon zu verschaffen, aus seinem Munde einen

Masse und entwickeln nicht den widrigen Geruch. *Salpetersäure* von 1,2—1,3 spec. Gew. färbt Wolle und Seide gelb, Baumwolle und Leinen nicht. *Salpetersaures Quecksilberoxyduloxyd* bewirkt mit den thierischen Webmaterialien eine intensive rothe Färbung, die auf Zusatz von Schwefelalkalimetall in eine schwarze übergeht; Leinen und Baumwolle erleiden hierdurch keine Veränderung. Eine wässrige Lösung von *Pikrinsäure* färbt Seide und Wolle intensiv gelb, die vegetabilischen Fasern dagegen nicht. In neuerer Zeit wendet man zur Ermittelung von Baumwolle oder Wolle in Seidenzeugen das *Kupferoxyd-Ammoniak* in Verbindung mit überschüssigem Ammoniak an, wodurch Baumwolle und Seide, letztere zuerst, gelöst werden, während Wolle ungelöst zurückbleibt. Wenn Wolle und Florettseide zusammengekrempelt und in dem nämlichen Faden gemischt vorkommen, so kann man durch successives Behandeln mit gewöhnlicher Salpetersäure und Ammoniak die Seide auflösen, während die Wolle nicht zerstört wird; man kann auf diesem Wege selbst eine annähernd genaue quantitative Prüfung beider Materialien ausführen.

Unter dem Mikroskope sind Baumwolle, Wolle und Seide mit Leichtigkeit von einander zu unterscheiden. Als Kennzeichen der Baumwolle (vergl. S. 361) dient deren platte, bandförmige Beschaffenheit, die lange Zelle unter Wasser gesehen, ist in der Regel pfropfenzieherartig um sich selbst gewunden; das sicherste Kennzeichen der Wolle sind seine dachziegelförmig angeordneten Oberhautschuppen, die schon bei 30facher Vergrösserung als dicht neben einander liegende unregelmässige Querlinien sichtbar sind. Während also die Baumwollfaser nur aus einer Zelle besteht, das Wollhaar aber, wie die Haare (Alpaka und Mohair) überhaupt, aus zahlreichen neben und über einander liegenden Zellen gebildet wird, ist der Seidenfaden, gleich dem Coconfaden der Raupen und der Spinnen, ein erhärtetes Secret. Der Seidenfaden (Fig. 196) ist glatt, walzenförmig, structurlos, ohne eigentliches Ende und ohne Innenhöhle; die Breite des Fadens ist in der Regel überall dieselbe. Die Oberfläche ist glänzend und nur in seltenen Fällen nimmt man kleine Unebenheiten und Eindrücke wahr.

Will man einen verwebten Seidenfaden auf seine Aechtheit prüfen, so zerfasert man denselben unter Wasser auf der Glastafel, bedeckt ihn mit einem Deckglase und betrachtet denselben bei 120—200facher Vergrösserung. Die runde glänzende, verhältnissmässig schmale Seide ohne Innenhöhle (Fig. 197 *S*) unterscheidet sich sofort von dem ungleich breiteren und beschuppteren Wollhaar (Fig. 197 und 198 *W*) und von der platten, bandförmigen und gedrehten Baumwolle (Fig. 198 *B*). Unter dem Mikroskope lässt sich ferner leicht entscheiden, ob der Seidenfaden (wie die Organsin- und Tramaseide) aus parallel neben einander liegenden Coconfäden besteht, oder ob er (wie die gesponnene Florettseide) gedreht ist.

Fig. 196.



Fig. 197.



Fig. 198.



Die Gerberei.

Allgemeines. Der Zweck der Gerberei ist die Ueberführung der Haut (hauptsächlich der der Säugethiere) in Leder d. h. in die bekannte Substanz, welche bei genügender Festigkeit, Biegsamkeit und Geschmeidigkeit, sich von der enthaarten Haut dadurch unterscheidet, dass sie der Fäulniss in hohem Grade widersteht und beim Kochen mit Wasser entweder nicht (wie das lohgare Leder) oder nur nach längerer Zeit (wie das alaungare Leder) in Leim verwandelt werden kann. Der Process der Ueberführung der enthaarten und vorbereiteten Haut, der sogenannten Blösse, in Leder, ist, so verschieden auch die in der Praxis angewendeten Mittel sein mögen, im Wesentlichen ein auf physikalische Principien zurückzuführender. In seinem weiteren Begriffe ist nach der Definition von Knapp Leder nichts als Haut, in welcher man durch irgend ein Mittel das Zusammenkleben der Fasern beim Trocknen verhindert hat.

Die Gerberei war bis auf die neueste Zeit ein empirisches Gewerbe und erst durch die genaue Kenntniss der Anatomie der Haut, das Studium des Gerbstoffes und überhaupt der Gerbmaterialien hat man die Grundlage geschaffen, die da sein musste, ehe man an eine Erforschung des Wesens des Gerbeprocesses denken konnte. Das, was man in letzterer Hinsicht weiss, verdankt man den lichtvollen Untersuchungen Fr. Knapp's.

Nicht die Haut im weiteren Sinne des Wortes ist es, die der Gerber verarbeitet, sondern die gereinigte Haut oder die Blösse, mit anderen Worten die auf chemischem und mechanischem Wege von den meisten übrigen Gebilden und Stoffen möglichst befreite Lederhaut (Corium).

Das Gerben in seiner allgemeinsten Bedeutung soll zweierlei bewirken, nämlich 1) die Neigung der Haut zu faulen möglichst aufzuheben, 2) der Haut die Eigenschaft zu ertheilen, nach beendigtem Trocknen nicht mehr als hornartige Masse, sondern als wahrnehmbar fasriges, nicht durchscheinendes und mehr und weniger geschmeidiges Gewebe aufzutreten.

Eine Haut, welche diese Eigenschaften zeigt, wird mit dem Namen „gar" bezeichnet und der von dem Wort gar abgeleitete Ausdruck Gerben drückt sehr gut aus, dass es sich bei dem Gerbeprocesse zuvörderst um die Gare handelt, gleichviel ob dieselbe durch dieses oder jenes Mittel erreicht worden sei. Auf die Herstellung der Gare der Haut sind zwar alle Hauptarbeiten, nämlich das Reinmachen der Haut (oder die Herstellung der Blösse), das eigentliche Gerben und das Zurichten des Leders, von Wichtigkeit, doch ist der Einfluss der Gerbung (im engern Sinne) vorherrschend. Das eigentliche Gerben kann mit einer grossen Anzahl organischer und unorganischer Stoffe ausgeführt werden; im Grossen haben sich jedoch nur einige dieser Substanzen als vortheilhaft erwiesen, diese sind

1) die Gerbsäure in der Loh- oder Rothgerberei,
2) Alaun und Kochsalz in der Alaun- oder Weissgerberei,
3) Fett in der Sämisch- oder Oelgerberei.

Die Anatomie der Thierhaut. Die Haut der Säugethiere besteht, wenn man von den Haaren absieht, aus mehreren Schichten. Die obere, sehr dünne, von den Haaren durchdrungene Bedeckung, die Oberhaut oder Epidermis, ist halb durchsichtig und aus mit Kernen versehenen Zellen gebildet, und umfasst als äusserste Lage die Hornschicht, ein abgestorbenes, an dem Lebensprocess nicht mehr concurrirendes Gewebe, welches in Folge der Abnutzung, der die Körperoberfläche ausgesetzt ist, abgestossen und durch das darunter liegende Malpighi'sche Netz, eine noch lebende, aus mit Flüssigkeit angefüllten und kernhaltigen Zellen bestehende Schicht, ersetzt wird. Letztere Haut (die Schleim- oder Netzhaut) stellt den Apparat für die Hautausdünstung und für den Tastsinn dar und bildet die sogenannte Narbe (*fleur*) auf der Haarseite des Felles. Endlich findet sich eine weit dickere Lage eines nicht

mehr aus Zellen- sondern aus Bindegewebefasern bestehenden Gewebes, die Lederhaut (*corium, derma*) genannt, welches die intermediäre Haut und die eigentliche Lederhaut umfasst. Sie ist das eigentliche Substrat der Lederbereitung. Unter dem Corium liegt das Unterhautzellgewebe oder die Fetthaut; diese Seite der Haut bildet die Aas- oder Fleischseite. Die Haare sind reine Epidermisgebilde und sitzen in dem Corium nur mittelbar, unmittelbar aber in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut.

Alle Bestandtheile der Haut, die Zellen der Epidermis, wie die Bindegewebefasern des Coriums und das Gewebe der Unterhaut, haben das mit einander gemein, dass sie in kochendem Wasser aufschwellen, gallertartig werden und durch fortgesetztes Kochen in Leim übergehen. Die Schnelligkeit, mit welcher die Umwandlung der Haut in Leim erfolgt, ist verschieden bei den Häuten verschiedener Thiere, indem die Leimbildung bei Häuten grosser und ausgewachsener Thiere schwieriger und langsamer erfolgt, als bei den Häuten kleiner und junger Thiere. Die Bindegewebefasern gehen durch fortgesetzte Einwirkung von Essigsäure in eine durchscheinende Gallerte über, in welcher jedoch die Fasern in ihrer ursprünglichen Textur enthalten sind. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure verhalten sich wie Essigsäure. Alkalische Laugen lösen die Fasern des Bindegewebes ebenfalls auf, die Formfasern des Bindegewebes leisten den Säuren und Laugen längere Zeit Widerstand. Kalk- und Barytwasser verändern die morphologische Eigenschaft des Bindegewebes nicht, lockern aber den festen Zusammenhang desselben und gestatten die Isolirung fasriger Formelemente aus demselben. In das Kalk- und Barytwasser geht ein Eiweisskörper in Lösung, an dessen Anwesenheit im Bindegewebe das feste Aneinanderkleben der leimgebenden Formelemente geknüpft ist. Der nämliche Eiweisskörper wird auch von verdünnten Mineralsäuren angegriffen.

Auf das eigenthümliche Verhalten der Hauptformelemente der Haut zu alkalischen und sauren Flüssigkeiten gründen sich theilweise die vorbereitenden Operationen der Gerberei. Der Process des Gerbens selbst beruht dagegen auf dem Verhalten des Coriums zu Agentien anderer Art und Wirkungsweise. Die Bindegewebefaser geht nämlich mit der Gerbsäure, verschiedenen Metalloxyden wie der Thonerde, dem Eisenoxyd, dem Chromoxyd, ferner mit oxydirtem Fett, dann mit fettsauren Metalloxyden (unlöslichen Metallseifen), endlich mit Pikrinsäure, Pininsäure (aus Colophonium) und gewissen andern organischen Substanzen Verbindungen ein, ähnlich wie die Thier- und Pflanzenfaser mit den Farbstoffen. Alle diese Agentien, *Gerbematerialien* genannt, haben die Bestimmung, sich auf die Bindegewebefasern niederzuschlagen, dieselbe einzuhüllen und so das Zusammenkleben der Faser beim Trocknen zu verhindern. Einige Gerbematerialien, wie das Tannin, hüllen die Faser dergestalt ein, dass ein Zusammenkleben vollkommen unmöglich wird und die Haut beim Trocknen ohne weiteres Zuthun sogleich geschmeidig auftritt; bei andern Gerbemitteln, wie bei den Thonerdeverbindungen geht zwar ein Zusammenkleben vor sich und die Haut erscheint nach dem Trocknen dicht und hornähnlich, der Zusammenhang der Fasern ist aber kein inniger und die Haut kann durch Ziehen und Dehnen (durch das sogenannte Stollen) vollständig die Eigenschaften des Leders erlangen.

I. Die Roth- oder Lohgerberei.

Gerbematerialien. Die Roth- oder Lohgerberei, die sich mit der Umwandelung der Haut in roth- oder lohgares Leder befasst, verwendet als Materialien gerbstoffhaltige Vegetabilien und Häute.

Was die gerbstoffhaltigen Vegetabilien betrifft, deren sich der Gerber bedient, so enthalten dieselben durchgängig als wesentlichen Bestandtheil einen adstringirenden Stoff, Gerbsäure, Tannin oder Gerbstoff genannt, welcher in den verschiedenen Pflanzen verschieden ist, aber sich dadurch charakterisirt, dass er sauer reagirt, zusammenziehend schmeckt, mit Eisenoxydsalzen eine schwarze oder grüne Färbung giebt, Leimlösung fällt und Thierhaut in Leder verwandelt. Von dem Galläpfelgerbstoff ist es erwiesen, dass er sich durch Säuren und

durch Gährung in Zucker und in Gallussäure spaltet, welche letztere zur Lederfabrikation nicht mehr geeignet ist. Die Gerbsäure der Eichenrinde scheint nicht gespalten werden zu können, ein für die Zwecke der Gerberei wichtiger und dieselben begünstigender Umstand. Jede Gerbsäure wird durch alkalische Flüssigkeiten (Kalkwasser, Kalilauge, Ammoniak) bei Luftzutritt unter Bildung von braunen Humussubstanzen sofort zerstört.

Eichenrinde. Das wichtigste und durch nichts zu ersetzende Gerbematerial ist die Eichenrinde (Eichenborke), worunter man die innere, zwischen der äussern Rinde und dem Splint befindliche Rinde mehrerer Eichenarten, *Quercus robur* und *Q. pedunculata* versteht. Im westlichen und südlichen Deutschland befinden sich Eichenschälwaldungen, in welchen die Ausschläge in 9—15jährigem Alter zur Gewinnung der besseren dünnen Rinde, der sogenannten Spiegelborke, geschlagen werden. Die zerkleinerte Eichenrinde führt den Namen Lohe. Nach Bestimmungen von E. Wolff finden sich in der Eichenrinde folgende Mengen Gerbstoff:

			Alter der Stämme im Jahre
In der rauhen Rinde mit Borke	fanden sich	10,86 pCt. Gerbstoff	41—53
„ „ Bastschicht der alten Rinde	„ „	14,43 „ „	41—53
„ „ Glanzrinde	„ „	13,23 „ „	41—53
„ „ rauhen Rinde u. Glanzrinde	„ „	11,69 „ „	41—53
„ „ Bastschicht und Glanzrinde	„ „	13,92 „ „	41—53
„ „ Glanzrinde	„ „	13,95 „ „	14—15
„ „ Glanzrinde	„ „	15,83 „ „	2—7

Die Fichtenrinde (gewöhnlich von *Pinus sylvestris*), ist eines der vorzüglichsten Gerbematerialien, welches bei Erzeugung des Sohlleders häufig verwendet wird. Man schält in den Fichtenwäldern die Mittel- und kleinen Bauhölzer sofort nach dem Fällen ab. J. Feser fand in der Fichtenrinde folgende Mengen Gerbstoff:

Bestand	Alter	Boden	Gerbstoff-Procent-Gehalt
geschlossener Bestand	18 Jahre	sandiger Lehm	5,00
„	25 „	„	12,20
„	35 „	„	13,00
„	35 „	„	15,00
„	35 „	„	9,60
„	35 „	„	7,00
„	55 „	„	8,80
„	55 „	„	5,00
freier Bestand	55 „	„	11,00
unterdrückter Bestand	55 „	„	8,00
„	120 „	Kalkboden	12,20

In Steiermark und Oberösterreich wendet man anstatt der Fichtenrinde die Tannenrinde (mit 4—8 pCt. Gerbstoffgehalt), in Ungarn und an der Militärgrenze die Erlenrinde (mit 3—5 pCt. Gerbstoffgehalt) an. Die Ulmenrinde (mit 3—4 pCt. Gerbstoff), die junge Rosskastanienrinde (mit etwa 2 pCt. Gerbstoff) und die Buchenrinde (mit 2 pCt. Gerbstoff) finden hie und da ebenfalls zum Gerben Anwendung. Die meisten Gattungen der Weide liefern von den jüngeren Zweigen eine zum Gerben des Leders, namentlich desjenigen, welches zu den sogenannten dänischen Handschuhen verarbeitet wird, sehr brauchbare Rinde (der Gerbstoffgehalt beträgt 5—7 pCt.). In Russland wird die Rinde der Sandweide zur Bereitung des Juften angewendet.

Von den vielen einheimischen gerbstoffreichen Pflanzen, die zum Anbau sich eignen, ist besonders *Polygonum bistorta* beachtenswerth, welches, wie die Untersuchungen von C. Fraas zeigen, 17—21 pCt. Gerbstoff enthält.

Sumach. Nächst der Eichen- und Fichtenrinde ist der Sumach oder Schmack eines der am häufigsten angewendeten Gerbematerialien, welches jährlich in sehr bedeutenden Mengen aus Syrien, und Südeuropa, neuerdings auch aus Nordamerika und Algerien importirt

wird. Er besteht aus den Blättern und Blattstielen eines Strauches, des sogenannten Gerber-Sumachs (*Rhus coriaria* und *Rh. typhina*), welcher in den genannten Ländern theils wild wächst, theils besonders angebaut wird. Man sammelt die Wurzelschösslinge, welche im Monat Juni in die Erde gelegt werden, und im dritten Jahre bereits so weit gediehen sind, dass die Stengel und Blätter derselben abgehauen werden können. Die abgehauenen Stengel und Blätter werden dann getrocknet, und hierauf die Blätter mit den Blattstielen mittelst Stöcken abgeschlagen. Die abgeschlagenen Blätter und Blattstiele werden zwischen Mühlsteinen zermalmt, gesiebt und in Säcke verpackt in den Handel gebracht. Der Sumach kommt im Handel nie anders als gepulvert vor und zwar in Gestalt eines gröblichen Pulvers von bald gelbgrüner, bald graugrüner Farbe. Er enthält 12—18 pCt. Gerbsäure; in lange Zeit aufbewahrten Sumach ist der Gerbstoff in Folge einer freiwilligen Gährung zum grossen Theile in Gallussäure und Traubenzucker umgesetzt. Neben der Gerbsäure findet sich in dem Sumach noch ein gelber Farbstoff, welcher mit dem Quercitrin identisch zu sein scheint.

Nicht zu verwechseln mit dem Sumach ist der unächte Sumach, auch venetianischer und italienischer Sumach genannt, welcher aus den gemahlenen und gestampften Blättern, jungen Zweigen und der Rinde des Perückenbaumes (Färbersumach, Rujastrauches, Skumpina, *Rhus cotinus*, von welchem das Visetholz stammt) besteht. Der Rujastrauch ist im Banat an der Militärgrenze, in Siebenbürgen und Illyrien und selbst in der Gegend von Wien heimisch. Die grösste Menge des venetianischen Sumachs wird in Ungarn und in der Türkei zum Gerben gebraucht. In Tyrol gerbt man damit Ziegen-, Schaf- und leichte Kalbsfelle, und nennt dort das Pulver Rausch.

Dividivi. Ein anderes Gerbematerial sind die Dividivi oder Libidibi, flache, etwa 6 Centimeter lange, Sförmig gebogene, etwas rauhe, braunrothe Schoten, die glatte, eiförmige, glänzende, olivengrüne Samen enthalten und von einem in Caraccas und Maracaibo und auf mehreren Inseln der Antillen wachsenden Baume, der *Caesalpinia* oder *Poinciana coriaria* herrühren. Sie wurden zuerst im Jahre 1768 von den Spaniern nach Europa gebracht und statt der Knoppern für Gerberzwecke empfohlen. Der in der äussern Rinde der Schote enthaltene Gerbstoff — Müller fand in den Schoten über 49 pCt., H. Fleck 32,4 pCt., R. Wagner 18—25 pCt. — macht zwar die Dividivi zu einem brauchbaren, doch theuern Gerbematerial geeignet, doch werden sie zuweilen in der Färberei benutzt. Dasselbe gilt von dem Bablah oder dem indischen Gallus, den Schoten der in Ostindien wachsenden *Acacia Bambolah;* es giebt davon mehrere Sorten, die von *Acacia arabica*, *Ac. cineraria* und *Ac. Sophora* gesammelt und in den Handel gebracht werden sollen. H. Fleck fand darin 20,5 pCt. Gerbstoff.

Die Algarobilla, die von Chile eingeführten Samenkapseln von *Prosopis pallida* (oft mit Rinde gemengt) sind in England versuchsweise zum Gerben angewendet worden. Die aus Ostindien (Bombay) kommenden Myrobalanen (die Früchte von *Terminalia citrina*, *T. Bellirica*, *T. Chebula*) enthalten zu wenig Gerbstoff, um in der Gerberei ausgedehntere Anwendung finden zu können.

Galläpfel. Mit dem Namen Galläpfel bezeichnet man die bekannten kugligen Auswüchse, welche an den jungen Zweigen und Blattstielen verschiedener Eichenarten, namentlich der *Quercus infectoria* durch den Stich des Weibches der Gallwespe (*Cynips gallae tinctoriae*) sich bilden, das Insect legt seine Eier in die durch den Stich entstandene Oeffnung, um welche dann bald durch den Ausfluss der Säfte und durch die Erweiterung der Drüsen des Zellgewebes pathologische Anschwellungen entstehen, in welchen die Eier ausgebrütet werden. Man sammelt die Galläpfel zu verschiedenen Zeiten, ehe das Insect darin ausgebildet ist, zu welcher Zeit die Galläpfel am reichsten an Gerbsäure sind, ferner, wenn das ausgebildete Insect anfängt, seine Hülle zu durchbrechen, und endlich zu der Zeit, wo sämmtliche Galläpfel entleert und trocken geworden sind. Darnach unterscheidet man drei Hauptsorten: die schwarzen, die grünen und die weissen Galläpfel. Die schwarzen und grünen Galläpfel heissen die Anschwellungen, die zu der Zeit eingesammelt wurden, als die Gallwespe noch nicht völlig ausgebildet war und vor dem Ausschlüpfen in dem Gallapfel starb; sie zeigen daher aussen keine Oeffnung, aber im Innern einen scharf abgegrenzten kugligen Kern, der aus einer hellbraunen zerreiblichen Substanz besteht und in seiner kleinen Centralhöhle die vertrocknete Larve enthält. Die Galläpfel sind gewöhnlich kuglig und oben, seltener an den Seiten, mit unregelmässigen Höckern besetzt; übrigens sind sie glatt und schwärzlichgrün und wie grau bestäubt; die Höcker sind gewöhnlich hellbraun. Die weissen oder gelben Galläpfel sind eingesammelt worden, nachdem die Gallwespe darin ausgebildet und nach Durchbohrung ihrer Hülle entflohen ist; sie sind durchschnittlich grösser und

schwammiger als die vorigen und unterscheiden sich von den vorigen durch ihre röthliche oder bräunlichgelbe Farbe; im Innern findet sich nicht nur eine Höhlung, sondern auch ein kleines rundes Loch, welches von der Peripherie des Gallapfels in diese Höhlung führt. Obschon in allen Ländern Europa's Galläpfel sich bilden, so sammelt man doch nur die aus den südlichen Gegenden, indem die bei uns vorkommenden oft nur 3—5 pCt. Gerbstoff enthalten. v. Fehling fand in Aleppo-Galläpfeln 60—66 pCt., H. Fleck 58,71 pCt. Gerbstoff, ausserdem 5,9 pCt. Gallussäure.

Knoppern. Von den Knoppern, die den Galläpfeln zunächst stehen, unterscheidet man unnatürliche oder eigentliche Knoppern und natürliche oder orientalische Knoppern.

Die unnatürlichen (oder pathologischen) Knoppern sind ebenso wie die Galläpfel braune Auswüchse des Eichbaumes, welche durch den Stich einer Gallwespe, *Cynips Quercus calycis*, entstehen, nur mit dem Unterschiede, dass sie sich nicht auf den Zweigen und Blattstielen, sondern aus dem Saft der jungen Eicheln (aber nicht der Fruchtbecher, wie man früher annahm) bilden. Sie umgeben die Eichel meist nur an einer Seite, seltener ganz. Die Knoppern kommen in dem Handel in unregelmässigen, unebenen, eckigen, braungelben Stücken bis zu Wallnussgrösse vor; an der einen Seite ist die verkümmerte Eichel sichtbar, durch deren Verwundung sie entstanden, oder, falls die Eichel fehlt, die durch sie bewirkte schalenförmige Vertiefung. Man sammelt sie besonders in Ungarn, Mähren, Slavonien, Steiermark, Krain und bringt sie in den Handel. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt 45 pCt. Die Knoppern finden vielfach zur Bereitung von lohgarem Sohl- und Fahlleder Anwendung, welchem sie eine schöne braune Farbe mittheilen. Seit einer Reihe von Jahren kommt auch Knoppernextract im Handel vor.

Die natürlichen (oder physiologischen) Knoppern, auch Valonia, Acker- oder Eckerdoppen genannt, sind keine Auswüchse als Folge von Insectenstichen, sondern sind die natürlichen Fruchtbecher der auf griechischen Inseln, in Kleinasien und Syrien vorkommenden *Quercus aegilops* und *Valonia camata*. Die grossen Fruchtbecher sind durch abstehende, stumpfe oder eckige, sehr grosse, dicke Schuppen (Bracteen) charakterisirt; sie kommen theils mit, theils und meist ohne Eichel vor. Im letzteren Falle sind sie geschätzter. Ihr Gerbstoffgehalt beträgt 40—45 pCt.; in Valoniamehl, welches durch Mahlen eichelhaltiger Waare erhalten worden war, fand Wagner in dem einen Falle 19, in dem anderen 27 pCt. Gerbstoff.

Chines. Galläpfel. An die vorstehenden Produkte des Eichbaumes schliessen sich an die sogenannten chinesischen Galläpfel, die seit dem Jahre 1847 im Handel sich finden und aus China, Japan und Nepal kommen. Es sind blasige Anschwellungen, welche durch den Stich von *Aphis chinensis* an einer Sumachart, der *Rhus javanica* oder *Rh. semialata* sich bilden und meist länglich walzenförmig, aber auch plattgedrückt, birnförmig, kuglig vorkommen und auf ihrer mit gelblich-grauem Filz bedeckten Oberfläche mancherlei hohle Höcker und Zacken zeigen. Ihre Länge variirt von 3—10 Centimeter und ihre Dicke von 1,5—4 Centimeter; ihre Wände sind dünn, hornartig, durchscheinend und spröde. Sie zeichnen sich durch hohen Gehalt von Gerbstoff, nämlich 60—70 pCt. aus. Seit etwa dreissig Jahren werden in der Gerberei ausländische gerbstoffhaltige Extracte vielfach angewendet, welche in der Medicin unter dem Namen Catechu und Kino längst schon Verwendung

Catechu. finden. Das Catechu oder Cachou wird durch Auskochen des Kernholzes von *Acacia catechu* in Ostindien und vorzüglich in Bengalen und auf Coromandel, Coliren der Abkochung und Eindampfen bis zur Trockniss bereitet; diese Sorte Catechu (Bombay-Catechu) kommt in ungleich grossen und unregelmässigen, meist quadratischen, unten glatten und oben schwach gewölbten Stücken im Handel vor, die mit Blättern einer Palmenart durchzogen sind. Auf dem Bruche erscheint es fettglänzend von lederbrauner bis schwarzbrauner Farbe. Aussen sind die Stücke matt und leicht zerreiblich. Eine andere Catechuart (bengalisches Catechu), die aus den Nüssen von *Areca catechu* dargestellt werden soll, kommt in grossen, unregelmässigen, kuchenförmigen Brocken, die äusserlich gleichmässig braun sind und inwendig hellere und dunklere Schichten zeigen, dabei ziemlich schwer und fest sind, im Handel vor. Dem Catechu ähnlich ist das Gambir, ein auf Sumatra, Singapore, Malacca und besonders der Insel Rhio aus den Blättern und dünnen Zweigen der *Uncaria Gambir* bereitetes Extract, das zu uns in kleinen, würfelförmigen, trocknen, leichten, zerreiblichen Stücken von erdigem Bruche und zimmetbrauner Farbe kommt. Die Catechusorten enthalten 40—50 pCt. einer eigenthümlichen Gerbsäure (Catechugerbsäure) und ausserdem eine eigenthümliche Säure, die Catechusäure, die jedoch beim Gerbeprocess, wie es scheint, ausser Spiel bleibt.

Kino. Das Kino ist eine dem Catechu sehr ähnliche Drogue; es soll der eingetrocknete Saft verschiedener Pflanzen sein, nämlich

das afrikanische Kino von		*Pterocarpus erinaceus*,
„ ostindische „ „		„ *Marsupium*,
„ „ „	nach Anderen von	*Butea frondosa*,
„ westindische „	von	*Coccoloba uvifera*,
„ neuholländ. „	„	*Eucalyptus resinifera*.

Das Kino bildet gewöhnlich kleine, eckige, scharfkantige, spröde, zu einem braunrothen Pulver zerreibliche, glänzend schwarze Stücke, die stark zusammenziehend, hintenach süsslich schmecken und sich in siedendem Wasser und in Alkohol fast vollständig zu einer blutrothen Flüssigkeit auflösen. Es enthält 30—40 pCt. einer der Catechugerbsäure ähnlichen Gerbsäure.

Catechu und Kino kommen besonders bei vielen sogenannten Schnellgerbeverfahren in Anwendung.

Untersuchung der Gerbematerialien. Da der Werth der Gerbematerialien allein von der Menge der in ihnen enthaltenen Gerbsäure abhängig ist, so ist es von Wichtigkeit, eine Prüfungsmethode zu haben, welche den Gehalt an Gerbstoff annähernd angiebt.

Die in Wasser leicht lösliche Gerbsäure wird aus ihrer Lösung durch verschiedene Mittel ziemlich vollständig niedergeschlagen, so durch Leim und Thierhaut, durch essigsaures Kupferoxyd, durch essigsaures Eisenoxyd, durch Alkaloïde (Cinchonin, Chinin) etc.; sie wird ferner durch eine Lösung von übermangansaurem Kali vollständig zerstört.

Darauf gründen sich nachstehende Methoden der Gerbsäurebestimmung:

I. Die Gerbsäure wird mit Leim oder Thierhaut ausgefällt;

a) die Thierhaut wird vor dem Versuche und nach dem Versuche gewogen; die Gewichtzunahme giebt die Menge der Gerbsäure (Davy);

b) die Gerbsäure wird mit titrirter Leimlösung ausgefällt (v. Fehling);

c) die Gerbsäure wird mit einer mit Alaun versetzten, titrirten Leimlösung ausgefällt (G. Müller);

d) es wird das specifische Gewicht der Gerbstofflösung mittelst eines Araeometers bestimmt, die Gerbsäure mit Hülfe von Thierhaut entfernt, und von Neuem das specifische Gewicht der Flüssigkeit ermittelt. Die Abnahme des spec. Gewichts ist dem Gerbstoffgehalt der ursprünglichen Flüssigkeit proportional (C. Hammer);

II. Die Gerbsäure wird durch essigsaures Kupferoxyd ausgefällt und zwar das Verhältniss zwischen Gerbsäure und Kupferoxyd im Niederschlage;

a) volumetrisch (H. Fleck) oder

b) durch Wägung des Kupferoxydes (E. Wolff),

bestimmt;

III. Die Gerbsäuremenge wird durch essigsaures Eisenoxyd und auf volumetrischem Wege ermittelt (R. Handtke);

IV. Man sucht die Gerbsäure durch eine titrirte Lösung von übermangansaurem Kali zu zerstören (Monier);

V. Die Gerbsäure wird aus ihrer Lösung durch überschüssiges Cinchonin gefällt und der Ueberschuss des Cinchonins im Filtrat auf jodometrischem Wege bestimmt (R. Wagner).

Die Häute. Obgleich im Allgemeinen die Häute aller Quadrupeden zur Lederbereitung sich eignen, so schliessen doch häufig zu geringe Dimensionen oder ihr Nutzen als Pelzthiere die Häute vieler Thiere aus. Unter den in der Gerberei angewendeten Häuten nehmen die des Rindviehes den obersten Platz ein, an Festigkeit und Güte stehen ihnen nach die Haut des Pferdes und des Esels. Wie die Praxis gezeigt hat, ist die Festigkeit der Haut nicht allein abhängig von der Art des Thieres, sondern auch von dessen Lebensart, so übertrifft das wilde Rindvieh bei weitem das zahme, und bei letzterem wieder ist die Festigkeit der Haut grösser bei Weidevieh als bei im Stall gefütterten Thieren. Die Dicke der Haut eines bestimmten Thieres ist ausserordentlich wechselnd; in der Mitte des Rückens oder am Kopfe ist es häufig doppelt so dick als am Bauche. Bei den kleineren Thieren sind die Unterschiede in der Dicke weniger wahrnehmbar, bei den Schafen behauptet man

übrigens gefunden zu haben, dass die Qualität und Dicke der Haut in Beziehung zu der Dicke des Vliesses im Augenblick des Schlachtens steht; je dicker und länger seine Wolle, desto dünner und weniger haltbar die Haut, da, wie es scheint, die Theile, welche zur Ernährung und Bildung der Haare dienen, der Ernährung der Haut entgehen.

Das dickste und derbste Leder, besonders als Sohlenleder für das Schuhwerk verwendet, liefern Stier- und Ochsenhäute, welche man im rohen unbearbeiteten Zustande grüne Häute nennt, und theils im frischen, ungetrockneten Zustande aus den nächstliegenden Metzgereien (eine frische Ochsenhaut, so wie sie vom Metzger kommt, wiegt 25—30 Kilogr., verliert aber beim Austrocknen etwas über die Hälfte am Gewicht), theils im getrockneten Zustande aus entfernten Gegenden bezieht. Letztere sind zum Theil nur getrocknet wie die aus Buenos-Ayres, zum Theil gesalzen und getrocknet, wie die von Bahia und Fernambuk in den Handel gebrachten, bisweilen auch geräuchert. Ein dünnes, weniger dichtes Leder und von minder feinem Korn als die Stierhäute geben die Kuhhäute, welche zu leichten Sommersohlen gegerbt, unter dem Namen Vacheleder bekannt sind; die stärksten Kuhhäute stammen aus den südamerikanischen Ebenen, sie werden wie gesagt zu leichtem Sohlenleder, dann zu Oberleder u. dergl. verarbeitet. Die Häute der Kälber sind dünner als die der Kühe, aber dicker als die der meisten anderen Thiere und liefern gegerbt ein sehr zähes, dabei weiches und biegsames Leder, welches besonders als Oberleder des Schuhwerkes (Schmalleder, Fahlleder), verwendet wird, während die Stierhäute und stärkeren Kuhhäute nur als Sohl- oder Pfundleder Verwendung finden. Die Pferdehäute sind dünn und geben ein fast nur zu Sattlerarbeiten benutztes Leder. Die Schaffelle liefern Leder von geringerer Stärke für Buchbinderarbeiten, Waschleder, gefärbtes Leder u. s. w. Die Häute der Lämmer und jungen Ziegen liefern Leder für Handschuhe, die Häute der ausgewachsenen Ziegen das beste Material für Saffian und Maroquin. Hirsch- und Rehhäute, sowie Gemsenfelle werden in der Regel sämischgegerbt und als Wildleder verwendet. Schweine liefern ein dünnes, äusserst festes, besonders für Sattelsitze verwendetes Leder. Seehundsleder wird seiner grossen Zähigkeit wegen vorzüglich zum Einfassen der Sattlerarbeiten verwendet.

Die einzelnen Arbeiten der Lohgerberei.

Die einzelnen Arbeiten in der Lohgerberei lassen sich auf drei Hauptarbeiten, A. auf das Reinmachen der Haut auf der Fleisch- und auf der Narbenseite, mit anderen Worten auf eine Blosslegung des Coriums; B. auf das eigentliche Gerben, und C. auf eine Zurichtung der lohgaren Häute, um sie in Waare zu verwandeln, zurückführen. Diese drei Hauptarbeiten zerfallen wieder in folgende Operationen:

A. Das Reinmachen der Haut

1) das Einweichen der Häute,
2) das Reinigen der Fleischseite,
3) das Reinigen der Haarseite,
4) das Schwellen der gereinigten Häute.

B. Das Gerben der Blösse, welches durch Einsetzen in Gruben, oder durch Gerben mit Lohauszug (Lohbrühe), oder nach dem Verfahren der sogenannten Schnellgerberei vor sich geht.

C. Das Zurichten der lohgaren Häute, worunter alle diejenigen Nacharbeiten zu verstehen sind, welche dem Leder ein dichteres Gefüge, eine schönere Narbe, ein besseres Ansehen der Fleischseite, grössere Gleichförmigkeit in der Dicke, grössere Geschmeidigkeit u. dergl. ertheilen sollen.

Das Reinmachen der Haut.

1) Das Einweichen oder Wässern der Haut bezweckt nicht nur eine gleichförmige Erweichung und Ausstreckung der Haut, so dass man sie beliebig biegen kann, ohne dass Narbenbrüche sich bilden, sondern auch eine Entfernung anhängender Blut- und Fleischtheile auf der Fleisch- oder Aasseite. Bei frischen Häuten genügt schon ein- bis zweitägiges Legen in fliessendes Wasser, oder, wo dieses nicht vorhanden, in Weichbottiche oder Kufen, um Blut und Schmutz zu entfernen; bei getrockneten, namentlich bei gesalzenen und geräucherten Häuten,

lässt man dieselben oft 8—10 Tage lang im Wasser liegen, wobei man die Häute der Art befestigt, dass der Strich der Haare der Stromrichtung gerade entgegengeht, um das Wasser möglichst stark auf die Hautoberfläche wirken zu lassen. Während des Wässerns werden die Häute zweimal des Tages aus dem Wasser gehoben und wieder eingelegt.

Reinigen der Fleischseite. Ist die Haut genügend erweicht, so schreitet man 2) zum Reinigen der Fleischseite. Zu dem Ende bringt man die Häute mit der Haarseite nach unten auf den Schabebaum, einen halbrunden hölzernen Baum, der mit seinem hinteren Ende auf der Erde ruht, mit dem vorderen auf einem Kreuzholz oder Kreuzfuss. Das Schabeeisen besteht in einem eisernen nach dem Rücken zu etwas gekrümmten Messer mit stumpfer Schneide, und ist mit zwei hölzernen Handgriffen versehen. Der Arbeiter stellt sich vor den Schabebaum und streicht, indem er das Schabeeisen an den Handhaben mit beiden Händen fasst, die Haut von oben nach unten herab, wobei einerseits das Wasser ausgepresst, anderntheils die Haut gleichmässig gereckt und die anhängenden Fleisch- und Fetttheile und das der Fleischseite anhängende Unterzellgewebe, sowie die das Gewebe der Haut durchsetzenden feinen Gefässe und Nerven weggenommen werden.

Nach dem ersten Ausstreichen bringt man die Häute abermals 24 Stunden lang in das Wasser, streicht sie den nächsten Tag nochmals aus, trägt sie dann wieder einige Stunden ein und wäscht sie aus, worauf man sie über den Schabebaum schlägt und abtropfen lässt. Sie sind dann zum Enthaaren vorbereitet. Zur Beförderung des Einweichens und der damit im Zusammenhange stehenden Reinigung der Fleischseite werden die Häute zuweilen statt des blossen Auseinanderlegens, Auswaschens und Abtropfens in frischem Wasser gewalkt, was entweder in einer gewöhnlichen Walke oder in einem in die Erde eingelassenen Bottich mittelst Holzstampfen geschieht. Man kann durch dieses Verfahren die Häute in 2 bis 3 Tagen so weit reinigen als sonst nach der gewöhnlichen Methode in 8 bis 10 Tagen.

Reinigen der Narbenseite. 3) Das Reinigen der Haar- oder Narbenseite oder das Abhaaren bezweckt die anatomische Scheidung der Lederhaut von der auf ihr liegenden Epidermis und den mit letzterer zusammenhängenden Gebilden, namentlich den Haaren. Die Haare sitzen in der gereinigten und geweichten Haut — nicht in dem Corium, sondern nur in einer in das Corium tief hineinragenden Einstülpung der Oberhaut — so fest, dass sie nicht, ohne abzureissen, ausgerauft werden können, das Abrasiren ist nicht anwendbar, weil dabei die Haarwurzeln zurückbleiben, was sich mit dem Ansehen von gutem Leder nicht verträgt. Man nimmt daher in der Gerberei zu verschiedenen vorbereitenden Operationen seine Zuflucht, welche wie das Kalken beim Kalkäschen und die Gährung beim Schwitzen die Lockerung der Epidermis bezwecken sollen; beim Abstossen der Haare von den gekalkten oder vom Schwitzen kommenden Häuten wird daher hauptsächlich nur die Epidermis und zwar mit der in ihr befestigten Behaarung von der Lederhaut abgestossen; die Haare dienen dabei mehr als Handhabe.

Wie bereits gesagt, werden die auf der Fleischseite gereinigten und geweichten Häute auf verschiedene Weise für die Enthaarung vorbereitet, nämlich a) durch Schwitzen, b) durch Kalken, c) durch Anwendung von Rhusma und Schwefelcalciumverbindungen.

a) Bei dicken Häuten, die zu Sohlleder bestimmt sind, wird als vorbereitende Operation zum Enthaaren das Schwitzen angewendet, da das Kalken, weil bei dickem Leder der Kalk nie ganz vollständig entfernt werden kann, das Leder hart und spröde machen würde. Das Schwitzen besteht in einer durch beginnende Fäulniss eingeleiteten Zersetzung der feuchten Haut, welche man jedoch auf die Auflockerung der Epidermis und Haarsäcke, so wie auf eine theilweise Fäulniss der noch in der Haut zurückgebliebenen fremdartigen Stoffe beschränken muss. Die Häute werden der Länge nach, mit der Fleischseite nach innen,

zusammengelegt, nachdem man sie auf der Fleischseite mit Kochsalz eingerieben oder mit etwas Holzessig getränkt hat, und dann in einem an einem mässig warmen Orte befindlichen Kasten, dem Schwitzkasten, der mit einem Deckel verschlossen werden kann, übereinander geschichtet. Nach kurzer Zeit ist eine Steigerung der Temperatur und ein Geruch nach Ammoniakkörpern wahrzunehmen, welchem sehr bald die Erscheinungen der Fäulniss folgen. Sobald letztere sich kundgeben, werden diejenigen Häute, deren Haare leicht ausgerauft werden können, sofort auf dem Schabebaume enthaart. Bei fabrikmässigem Betriebe wendet man anstatt der Schwitzkasten zweckmässig eine grosse, dicht verschliessbare Kammer an, deren Temperatur entweder mittelst directem Feuer, oder frei einströmenden Wasserdämpfen, oder durch Wasserheizung so ziemlich constant auf 40 bis 50° C. erhalten wird.

Um aller nachtheiligen Einwirkung auf das Corium vorzubeugen, wendet man häufig auch das kalte Schwitzverfahren an, bei welchem man die Häute in ausgemauerte oder mit Cement überkleidete Gruben bringt, auf deren Boden ein hölzerner Kanal den Abfluss des Wasser so wie das Eindringen von Luft gestattet. Die Temperatur der Grube ist auf 6 bis 12° zu halten. Unter dem Dach circulirt in einer im Viereck herumgeführten Leitung kaltes Wasser, zugleich tropft ein Theil dieses Wassers unaufhörlich durch die Grube nieder, deren Atmosphäre mit Feuchtigkeit gesättigt bleibt. Nach 6—12 Tagen tritt, ohne dass eine Spur von Fäulniss bemerkbar wäre, Auflockerung der Haare ein.

b) Bei leichtern, nicht für Sohlleder bestimmten Häuten, wendet man gewöhnlich das Kalken an. Die Behandlung der Haut mit Kalkmilch ist nicht nur eine vorbereitende Operation für das Enthaaren, sondern es wird auch das in der Haut enthaltene Fett verseift und in Kalkseife übergeführt, welche im Wasser zwar unauflöslich ist, aber durch die nachfolgende, theils mechanische, theils chemische Behandlung gleichfalls beseitigt wird.

Die Kalkgruben, in welchen das Kalken der Häute vorgenommen wird, sind in den Boden eingelassene Bottiche, welche bis auf Dreiviertel ihrer Höhe mit Kalkmilch angefüllt werden. In diese Bottiche werden die Häute eingestossen, so dass sie unter der Flüssigkeit liegen. In der Regel wendet man drei oder fünf Kalkgruben an, von denen die eine immer grössere Mengen von Kalk enthält als die andere. Die Kalkmilch muss in den Gruben öfter umgerührt und die Häute täglich zweimal herausgenommen und neu eingeschlagen werden. Die Häute bedürfen zur Gare eines 3—4 wöchentlichen Verweilens in den Kalkgruben.

c) Sehr dünne Häute kleiner Thiere vertragen weder das Schwitzen noch das Kalken; man pflegt sie daher mit sogenanntem Rhusma, einer salbenartigen Mischung aus 1 Th. Operment (Schwefelarsenik) mit 2—3 Th. gelöschtem Kalk zu bestreichen, welches die Haare so erweicht, dass sie nach kurzer Zeit mit einem Schabmesser entfernt werden können. Böttger hat gezeigt, dass das Calciumsulfhydrat das Rhusma in jeder Hinsicht ersetzt und in der Gerberei zum Enthaaren der Häute alle Beachtung verdient. Der Kalk, welcher zur Reinigung des Steinkohlengases gedient hat und viel Calciumsulfhydrat enthält, der sogenannte Gaskalk, hat in neuerer Zeit mehrfach, selbst bei stärkeren Fellen, zum Enthaaren Anwendung gefunden und zwar mit dem günstigsten Erfolge, indem das Leder fester, zäher, eleganter erscheint und mehr Gerbstoff aufnimmt.

Abpälen. Sobald die Häute auf die eine oder die andere Weise zum Enthaaren genügend vorbereitet sind, wäscht man sie aus, und legt sie, einige übereinander, auf den Schabebaum, die Haarseite nach oben und den Strich der Haare aufwärts, so dass der Arbeiter mit dem stumpfen Schabemesser nach abwärts den Haaren entgegenarbeitet und letztere von der Narbe abstösst, eine Arbeit, die man das Abpälen nennt. Falls die Haare noch zu fest sitzen sollten, wie es bei trockenen schweren Häuten nicht selten vorkommt, so streut der Arbeiter feinen Sand in die Haare ein, wo dann das Messer besser angreift. Die bei schweren Häuten nach dem Enthaaren noch festsitzenden Grundhaare werden mittelst eines gewöhnlichen grossen und scharfen Messers, des Putzmessers, abgeputzt. Nach beendigtem Abpälen werden die Häute von neuem gewässert, mit der Narbenseite abwärts auf einen breiten Schabebaum geschlagen und auf der Fleischseite mit dem Scheer- oder Finneisen, einem grossen, geraden, scharfen Messer mit Griffen an beiden Enden bearbeitet, indem man das Messer flach gegen die Haut andrückt und dadurch sorgfältigst alles noch anhängende Fleisch etc. abschneidet, ohne die Haut zu verletzen.

Durch das Enthaaren und Scheeren verliert eine trockene Haut durchschnittlich 10—12 pCt. am Gewichte.

Schwellen der Häute. 4) Das Schwellen oder Treiben der gereinigten Häute. Theils um den von dem Kalken her in der Haut in Gestalt von kohlensaurem oder

in Form von Kalkseife oder Kalkalbuminat zurückgebliebenen Kalk zu entfernen, theils auch die eigentliche Hautfaser auf endosmotischem Wege aufzuschwellen und sie für das Eindringen der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit geeignet zu machen, pflegt man nach Vollendung der vorbereitenden Reinigungsarbeiten die Häute in der Schwellbeize zu behandeln, die man durch saure Gährung von Gerstenschrot oder Weizenkleie bereitet, deren wesentlich wirksame Bestandtheile mithin Propionsäure, Milchsäure und Buttersäure sind. Werden die gereinigten Häute, nun Blössen genannt, mit dieser Flüssigkeit behandelt, so lösen die Säuren den Kalk auf, den Kalk aus der Kalkseife unter Abscheidung der Fettsäuren, welche sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ansammeln; die in Wasser löslichen Kalksalze werden durch das nachfolgende Auswaschen vollständig entfernt. Während des Schwellens nimmt die Dicke der Haut um das Doppelte zu, theils indem die Flüssigkeit der Schwellbeize in die Haut eindringt und letztere auflockert, zum Theil aber auch dadurch, dass in den Poren der Haut, sei es in Folge von Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch die Gährungssäuren, sei es in Folge von Buttersäuregährung oder einer anderen Gährung, die sich in der Haut fortsetzt, sich Gasarten entwickeln; dabei wird die Haut durchscheinend und gelblich. Diejenigen Häute, die nicht durch Kalken, sondern durch Schwitzen vorbereitet wurden, bedürfen zum Schwellen keiner sauren Schwellbeize, sondern erlangen die nöthige Schwellung durch Wasser, obgleich die saure Schwellung, weil sie rascher und gleichmässiger vor sich geht, unter allen Umständen vorgezogen zu werden verdient.

Behufs der Umgehung des zu starken Schwellens der für Sohlenleder bestimmten Häute, fügt man der Schwellbeize sofort etwas Lohe oder Lohbrühe zu oder schwellt sie auch nur in der rothen Beize, worunter man alte, sauer gewordene Lohbrühe versteht, welche, dem Geruch und Geschmack nach zu urtheilen, grosse Mengen Milchsäure und Buttersäure enthält. Die Blössen werden zuerst in stark mit Wasser verdünnte, hierauf in concentrirtere rothe Beize gebracht. Nach Ablauf von 12 — 14 Tagen ist das Schwellen in hinreichender Weise vor sich gegangen. Anstatt der Schwellbeize, in welcher organische Säuren (Milchsäure, Propionsäure) wirksam sind, ist nach den Vorschlägen von Macbride und Seguin verdünnte Schwefelsäure (1 : 1500) zum Schwellen empfohlen worden; die Erfahrung hat aber gelehrt, dass hierdurch zwar eine beschleunigte Wirkung der Haut ermöglicht wird, jedoch nur auf Kosten der Qualität des Leders. Auch die an phosphorsauren Salzen und an Harnsäure reichen Excremente von Hunden, Tauben u. dergl. finden zum Schwellen Anwendung, indem diese Auswürfe in Wasser aufgeweicht und die Blössen darin bearbeitet werden.

Das Gerben. B. Das Gerben der geschwellten Blösse. Durch die vorbereitenden Arbeiten des Reinigens, Kalkens oder Schwitzens und Schwellens ist die eigentliche Lederhaut nun so weit entblösst und aufgelockert, dass sie von der Gerbstofflösung gehörig durchdrungen werden kann, und die Sättigung der Faser des Coriums mit Gerbstoff möglichst vollständig erfolgt. Man nimmt in der Praxis an, dass eine trockene Haut bei ihrer Ueberführung in Leder ihr Gewicht um ungefähr ein Drittheil vermehrt, folglich ebensoviel an Gerbstoff aufnimmt.

Die Sättigung der Hautfaser mit Gerbstoff wird auf zweierlei Weise bewirkt, nämlich

1) indem man die Häute abwechselnd mit Lohe schichtet, was man das Einsetzen in Gruben nennt, oder

2) indem man sie zuerst in verdünnte, dann in concentrirte Lohauszüge eintaucht (Gerben in Lohbrühe).

Gerben in Gruben. 1) Das Einsetzen in Gruben findet gegenwärtig meistens nur noch bei zu Sohlen bestimmten Häuten statt. Die hierzu dienenden Loh- oder Versetzgruben sind in den Boden versenkte, wasserdichte Kasten von Eichenholz, statt welcher auch runde Bottiche zuweilen Anwendung finden. Nicht selten benutzt man auch ausgemauerte, mit Portlandcement überkleidete Gruben, deren

Anwendung, namentlich im Anfang, grosse Behutsamkeit erheischt, weil der Kalk des Mörtels auf den Gerbstoff der Lohe zerstörend einwirkt. Den Boden der Grube belegt man einige Centimeter dick mit ausgelaugter Lohe, giebt eine 3 Centimeter dicke Schicht von frischer Lohe darauf, breitet darüber die Haut mit der Narbenseite nach unten aus, streut wieder 1 Zoll dicke Lohe darauf, dann eine zweite Haut und schichtet in dieser Weise den Kasten voll. Auf die dicksten Stellen der Haut legt man auch die dicksten Schichten der Lohe, füllt alle leer bleibenden Ecken mit alter Lohe, bedeckt etwa $^1/_3$ Meter hoch mit derselben (der sogenannte Hut) und dann mit einem gut schliessenden Deckel, nachdem man so viel Wasser eingepumpt hat, dass es etwas über der obersten Haut steht. In diesem Zustande überlässt man die Grube sich selbst. Wurde anstatt eines Theiles der Lohe Knoppernmehl angewendet, so nimmt man nur ungefähr die Hälfte der Eichenlohe.

Auf diesen ersten Satz bleiben die Häute etwa 8—10 Wochen; wenn Knoppern beigemengt, so vollendet sich die Aufnahme des Gerbstoffes schneller. Noch bevor aller Gerbstoff der Flüssigkeit entzogen ist und ehe sich in derselben zu grosse Mengen flüchtige und riechende Säuren gebildet haben, müssen die Häute herausgenommen und in einem zweiten Kasten (dem zweiten Satze) mit frischer Lohe so geschichtet werden, dass die früher oben liegenden nach unten zu liegen kommen. In diesem zweiten Satze bleiben die Häute drei bis vier Monate; sie sollen hier bis auf den Kern gelohet, d. h. mit dem Gerbstoff bis in das Innerste durchdrungen sein. Hierauf kommen die Häute 4—5 Monate lang in einen ähnlichen, noch geringere Mengen von Lohe enthaltenden dritten Satz, und bei sehr starken Häuten (namentlich Wildhäuten) muss bisweilen noch ein vierter und fünfter Satz gemacht werden, so dass sie bis zu 2 Jahren und länger noch in der Lohgrube behandelt werden.

Die Menge der Eichenlohe, die zum vollständigen Gerben der Haut erforderlich ist, richtet sich nach ihrer Qualität; nach den Erfahrungen der Gerber rechnet man das 4—6fache Gewicht der trockenen Haut, von welcher Menge, das Gewicht der Haut zu 20 Kilogr. angenommen,

auf den ersten	Satz	40 Kilogr.	Lohe kommen
„ „ zweiten	„	35 „	„ „
„ „ dritten	„	30 „	„ „
		105 Kilogr. Lohe.	

Die lohgare Haut wiegt nach dem Trocknen ungefähr 22 Kilogr. (mithin 10—12 pCt. mehr als die trockene Rohhaut). Die Gare der Haut giebt sich dadurch zu erkennen, dass sich beim Durchschneiden mit einem scharfen Messer eine gleichförmige, von fleischigen oder hornartigen Streifen freie Schnittfläche zeigt. Bei langsamem Biegen darf die Narbe nicht platzen oder brechen, das Leder nicht narbenbrüchig sein.

Gerben in der Lohbrühe.

2) Das Gerben in der Lohbrühe findet meist bei schwächeren Häuten statt. Die zu diesem Zweck angegebenen und üblichen Methoden sind sehr verschieden, kommen jedoch im Wesentlichen darin überein, dass namentlich auf gleichmässiges Schwellen der Häute gesehen werden muss, damit die Gerbstofflösung leicht eindringen kann, dass mit sehr verdünnten Lösungen begonnen wird, damit keine oberflächliche Gerbung die spätere Einwirkung auf den inneren Hauttheil erschwere, dass man oft umrühre, damit stets frische Gerbbrühe mit den Häuten in Berührung kommt, und dass man durch Herausnehmen und Abtropfenlassen der bereits theilweise erschöpften Flüssigkeit, durch Auspressen oder durch Walken das Eindringen neuer Flüssigkeit befördert, und dadurch viel Zeit gewinnt im Vergleich mit der sonst nur auf dem Wege der Endosmose stattfindenden Durchdringung der Haut mit Gerbstoff.

Die Gerbebrühe wird durch Extraction der Gerbematerialien mit Wasser auf kaltem Wege bereitet.

Leichtere Häute bedürfen zum Gerben in der Lohbrühe 7—8, schwerere 11—12 Wochen zur Gare.

Schnellgerberei. Die hauptsächlichsten Vorschläge, die zur Abkürzung der Zeit des Gerbeverfahrens gemacht worden sind, lassen sich in folgender Weise classificiren:

1) Die Haut wird einfach in die Lohbrühe gelegt, ein Verfahren, welches von Macbride herrührt, welcher demnach als der Urheber des Schnellgerbeverfahrens zu betrachten ist. Seguin (1792) verbesserte das ursprüngliche Verfahren. Jones, von der Idee ausgehend, dass durch den Druck, welchen die in dem Bottich oder der Grube übereinander liegenden Häute auf einander ausüben, die Gerbeflüssigkeit auf die Seite gepresst und dadurch verhindert werde, auf die Gesammtoberfläche der Haut einzuwirken, trennt die einzelnen Häute durch Lagen von Wollstoff (Flanell) und die Zeugschichten wieder durch Lagen eines wasserdichten Stoffes.

2) Circulation der Gerbeflüssigkeit findet statt bei den Verfahren von Ogereau und Sterlingue, sowie nach der Methode von Turnbull, bei welcher eine Anzahl Gerbebottiche durch ein Röhrensystem verbunden ist, und eine an den Röhren angebrachte Druck- und Saugpumpe die continuirliche Circulation der Gerbeflüssigkeit in den Bottichen unterhält.

3) Durch vermehrte Endosmose will Turnbull das Gerbeverfahren abkürzen. Er näht zu dem Ende die Häute zu Säcken zusammen, füllt sie mit Lohe und Wasser und bindet die Säcke zu, welche nun in Catechulösung untergetaucht werden, deren specifisches Gewicht durch Zusatz von Melasse erhöht worden ist, um, wie der Urheber dieser Methode meint, einen kräftigen Austausch der Flüssigkeit in den Säcken mit der ausserhalb befindlichen einzuleiten. Die Flüssigkeitsdiffusion oder Dialyse, mit welchem Namen Graham (1861) die durch eine colloïdale Zwischenwand bewirkte Trennung krystallinischer Körper von amorphen, deren Studium vielleicht den physikalischen Vorgang beim Gerbeprocesse zu erläutern geeignet ist, bezeichnet, war, als Turnbull seine Methode vorschlug, selbst in ihrer Idee noch nicht bekannt.

4) Das Bewegen der in die Gerbeflüssigkeit getauchten Häute wird zur Beförderung des Gerbens häufig angewendet, so z. B. von Brown, welcher die Häute in einen offenen Cylinder, welcher die Einrichtung einer zum Waschen der Rüben üblichen Lattentrommel hat, bringt, der unter dem Niveau der Gerbebrühe bewegt wird. Die von Squire zu gleichem Zwecke vorgeschlagene Trommel taucht nur bis zur Achse in die Gerbeflüssigkeit und ist mit Abtheilungen versehen, es werden daher die Häute abwechselnd bei jeder Umdrehung der Trommel aus der Gerbebrühe entfernt und wieder eingesenkt. C. Knoderer's Gerbeverfahren besteht ebenfalls zum Theil darin, dass man die Häute mit Auszug von Lohe und mit unausgezogener Lohe in Fässer bringt, dieselben verschliesst, und sodann eine gewisse Zeit lang sich umdrehen lässt.

5) Eine Anwendung von mechanischem Druck findet ebenfalls zuweilen statt, so nimmt Jones von Zeit zu Zeit die Häute aus der Gerbeflüssigkeit, breitet sie auf ein durchlöchertes Brett aus und führt sie so unter einer Walze weg. Nossiter befreit von Woche zu Woche die Häute unter einer kräftigen Presse von der erschöpften Gerbeflüssigkeit. Nach der von Cox und Herapath angegebenen Methode lässt man die Häute von Zeit zu Zeit durch Walzwerke laufen.

6) Der hydrostatische Druck ist in neuerer Zeit öfters zur Beförderung des Eindringens der Lohbrühe in die Häute angewendet worden. W. Drake näht zwei Häute mit den Narbenseiten auf einander zu einem Sack zusammen, der mit Lohbrühe gefüllt und zwischen zwei hölzerne Gitter gelegt wird, deren Stäbe der Haut als Widerlager dienen. Chaplin stellt die aus Häuten gebildeten und mit Lohbrühe gefüllten Säcke einfach auf eine Rinne zum Abziehen der durchsickernden Flüssigkeit hin und lässt nur von Zeit zu Zeit die Säcke wenden, um einen überall gleichmässigen Druck zu erhalten.

Nach Sautelet befestigt man je zwei Häute durch Bügel und Schrauben zwischen drei Rahmen, in solcher Art, dass sie die einander gegenüberstehenden breiten Seitenwände eines kastenförmigen Raumes bilden, dessen beide andere schmale Seiten, so wie der Boden und die Decke, von dem mittleren Rahmen ausgemacht werden. Durch ein in der Decke des Kastens befindliches Rohr lässt man aus einem höher gelegenen Reservoir die Gerbebrühe eintreten, welche nun durch hydrostatischen Druck durch die Häute hindurchgepresst wird.

7) Durch Punktation. Snyder sucht den Gerbstoff dem Innern der Haut dadurch zugänglicher zu machen, dass er eine Seite der Haut, die Aasseite oder die Narbenseite vor dem Gerben auf einer Maschine mit Nadelstichen durchbohrt und so gewissermaassen künstliche Poren herstellt. Die Versuche von Knapp haben gelehrt, wie irrationell Snyder's Vorschlag ist, indem die Haut so durchdringlich und in dem Grade den Gerbestoffen zugäng-

lich ist, dass ein Stück einer Kalbshaut in eine syrupsdicke ätherische Lösung von Gerbstoff gelegt, in höchstens einer Stunde völlig gar und ausgegerbt ist.

8) Den luftverdünnten Raum zur Beförderung des Eindringens der Gerbebrühe in die Haut benutzten zuerst Knowly und Knesbury, indem sie die Häute in ein verschliessbares Gefäss bringen, dessen Luft durch eine Luftpumpe ausgepumpt wird und in welches dann die Gerbeflüssigkeit kommt. In neuester Zeit hat Knoderer sich von Neuem auf das Princip des luftverdünnten Raumes als Mittel zum Schnellgerben geworfen. Combinirt man nach der von ihm beschriebenen Methode die drei Mittel: die Luftverdünnung, welche die Zellen der Haut ausdehnt und zugleich die Zersetzung des Gerbstoffes durch die atmosphärische Luft verhindert; die Bewegung, welche die Auslaugung der Lohe beschleunigt und ein stetiges Auswalken der Häute bewirkt und endlich die Wärme, als unvermeidliche Folge der Bewegung, welche die Lederbildung wesentlich befördert, so ergiebt sich eine bedeutende Zeitersparniss.

Zurichten der Häute.

C. Das Zurichten der lohgaren Häute. Nach dem Ausgerben der Häute in der Grube oder in der Brühe werden die Leder, um Handelswaare zu sein, noch dem sogenannten Zurichten unterworfen, eine Arbeit, welche in Deutschland von dem Gerber selbst vorgenommen, in Frankreich dagegen von dem Zurichter (*corroyeur*) besorgt wird. Die einzelnen Operationen des Zurichtens und ihre Aufeinanderfolge ist nicht bei allen Ledersorten gleich, sondern richtet sich nach der Art und Bestimmung des Leders. Am einfachsten ist die Zurichtung des Sohlenleders, da dieses bei seiner Verarbeitung von Seite des Schuhmachers seine natürliche Oberfläche verliert und auch die Geschmeidigkeit nicht in Betracht kommt, so sind alle Arbeiten, die sich auf diese beiden Punkte beziehen, überflüssig. Bei dem Sohlenleder handelt es sich hauptsächlich um Dichte des Gefüges, um die erforderliche kernige Beschaffenheit, die dem Leder Schutz gegen die Abnutzung durch Reibung gewährt. Sowie das Sohlenleder die Gruben oder die Bottiche verlässt, hat es noch nicht die erforderliche Dichte, um beim Gebrauch nicht nachzugeben und seine Gestalt und seine Dimensionen zu verändern.

Sohlleder.

Das Zurichten des Sohlleders hat mithin hauptsächlich die Bestimmung, dem Leder auf mechanischem Wege, namentlich durch Hämmern diejenige Dichte zu geben, welche es ausserdem bei seiner Benutzung als Sohle annehmen würde.

Sobald die Häute der Grube entnommen worden sind, wird die anhängende Lohe abgekehrt, worauf sie an einem schattigen Orte getrocknet werden. Wenn sie beinahe trocken sind, werden sie über einen ebenen und glatten Stein ausgebreitet, und mit hölzernen, oder auch eisernen Hämmern geschlagen. In grösseren Gerbereien wendet man zum Hämmern grosse durch Dampf oder Wasser bewegte Schwanzhämmer an. Seit etwa zwanzig Jahren bedient man sich auch vielfach der Maschinen zum Lederklopfen.

Schmalleder.

Die Zurichtung des Schmal- oder Fahlleders ist weit complicirter als die des Sohlenleders und nach der Bestimmung des Leders eine verschiedene. Die erste mechanische Operation, welcher die genannten Lederarten in der

Falzen.

Regel unterworfen werden, ist das sogenannte Falzen (Ausschlichten, Dolliren), welches das Entfernen der rauhen, überflüssigen Fasern, Knoten und Schorfen der Fleischseite, um der gegerbten Haut nicht nur eine durchaus gleichmässige Dicke, sondern auch die für die verschiedenen Anwendungen erforderliche Geschmeidigkeit zu geben, zum Zwecke hat. Die in Rede stehende Arbeit wird mit einem scharfen zweischneidigen Messer, dem Falz- oder Dollirmesser, verrichtet, indem man die zu bearbeitende Haut auf dem Falzbock, der dieselbe Form hat wie der Schabebock, mit der Narbenseite nach unten legt, und mit dem Falzmesser schabt. Bei der Zurichtung von Ziegen-, Lamm- und Schafleder für Handschuhmacher, Portfeuillearbeiter u. dergl. wird das zu falzende Fell auf eine polirte Marmorplatte aufgespannt und jede unebene, rauhe und vorstehende Stelle der Haut durch das

flach aufgelegte, etwas bogenförmig über die Fläche geführte Falzmesser hinweggenommen.

Schlichten. Den nämlichen Zweck wie das Falzen verfolgt das *Schlichten* und findet besonders dann Anwendung, wenn stärkere Schichten Leder hinwegzunehmen sind, wie es hauptsächlich bei dem für Schuhmacherarbeiten bestimmten Kalbleder vorkommt. Die gegerbte Haut wird nach dem Trocknen auf einem Rahmen, den *Schlichtrahmen* aufgehängt, in der Weise, dass nur das eine Ende eingeklemmt ist, das andere dagegen vom Arbeiter mit einer Zange gepackt und dadurch angespannt wird. Den angespannten Theil schlichtet oder beschneidet er nun mit dem *Schlichtmonde*, einer eisernen, verstählten, etwas concaven und scharfgeschliffenen Scheibe, etwa 18 — 30 Centimeter im Durchmesser und in der Mitte mit einem mit Leder eingefasstem Loch versehen, in welches der Arbeiter die Hand steckt und nun mit der convexen Schneide das Leder auf der Fleischseite hinwegnimmt. Zur besseren Bezeichnung der Stellen, die hinweggenommen werden sollen und damit die Schneide des Schlichtmondes besser eingreift, bestreicht man vor dem Schlichten die Fleischseite mit Kreide.

Krispeln. In Folge des Trocknens des Leders kleben die Fasern der Haut etwas aneinander und die Narbe wird flach, glatt und ungleich. Um nun die Narbe des Leders zu heben und dem Leder selbst ein gleichmässiges und gefälliges Ansehen zu geben, wendet man die Operation des *Krispelns* an. Das hierzu angewendete Werkzeug, das *Krispelholz* ist von hartem Holze, ungefähr 30 Centimeter lang und 10 bis 12 Centimeter breit, auf der oberen Seite flach und eben, aber unten der Länge nach gewölbt, so dass es in der Mitte am dicksten ist. Die untere Seite ist der Quere mit parallelen Kerben versehen, welche von Zeit zu Zeit mit Hülfe einer Feile wieder zugeschärft werden. Oben ist an das Krispelholz ein Lederriemen befestigt, durch welchen der Arbeiter die Hand steckt. Das zu krispelnde Leder wird auf eine Tafel gelegt, am Tischrande mit eisernen Klammern befestigt, die Hautstelle, welche eben gekrispelt werden soll, wird umgebogen, das Krispelholz auf die Biegung oder Falte gesetzt, und mit dem Leder, auf welchem sie liegt, hin- und herbewegt, so dass die Falte ebenfalls hin- und hergeht, wodurch die natürliche Hautnarbe gleichförmig zum Vorschein kommt. Der Vorgang beim Krispeln ist derselbe als wenn man bei einem trocknen Stück Leder, dessen Narbenseite oben liegt, eine Ecke desselben über die Narbenseite aufschlägt, die flache Hand über die Falte legt und mit der Hand die Falte hin und her rollt, wodurch sich die Narbe hebt und in ihrer natürlichen Beschaffenheit zum Vorschein kommt.

Ponciren. Solche Ledersorten, welche wie die zu den Krempeln und Cylinder dienenden, keine Narbe zu besitzen brauchen, sondern glatt sein müssen, werden nach dem Falzen genetzt, mit einem Messer (dem Aussetzer) glatt gestrichen und dann wiederholt auf beiden Seiten mit Bimsstein abgeschliffen. Man nennt diese Arbeit das *Ponciren* oder *Bimsen*.

Pantoffeln. Leder, welche nach dem Krispeln noch mehr Glanz erhalten sollen, wie in der Regel die gefärbten Leder, werden noch *pantoffelt*, d. h. es wird das mit der Narbenseite nach oben auf einer Tafel liegende Leder mit dem *Pantoffelholz* gerieben, nämlich eben so behandelt wie mit dem Krispelholz. Das Pantoffelholz hat mit dem Krispelholz viel Aehnlichkeit, nur ist ersteres auf der unteren Seite statt mit Narben versehen, mit Korkholz (Pantoffelholz) belegt, welches auf der Aussenseite gut geglättet ist. Das Pantoffeln giebt nicht nur der Narbe Glanz, sondern verleiht auch der Aasseite ein zartes, sammetartiges Ansehen. Wo noch grössere Glätte verlangt wird, wie bei dem gelben lohgaren zu Sattlerarbeit bestimmten Leder (Blankleder), wird das Leder nach dem Krispeln

Plattstossen. und Pantoffeln auf eine Tafel gelegt und mit der *Plattstosskugel* die Narbe platt gestossen. Die Plattstosskugel besteht in einer vierkantigen Platte aus Eisen, die auf der unteren Fläche ihrer Länge nach gekerbt ist und oben mit einem hölzernen Handgriffe versehen ist. Nach dem Plattstossen wird das Leder auf der Narbenseite noch mit der *Blankstosskugel* oder dem *Blankstosscylinder* glatt und blank gerieben. Letzterer besteht aus einer Glaswalze von 0,3 Meter Länge und 10 Centimeter Dicke (ehe-

dem ward statt des Cylinders eine mit Handhabe versehene Kugel von grünem Glase angewendet), womit das Leder auf dem Blankstossblocke, welcher mit dem Falzbock übereinstimmt, geglättet wird.

Pressen. Häufig wird auch das Sattelleder gepresst, um seine Narbe dem des Schweineleders ähnlich zu machen, welches weniger häufig zum Gerben kommt. Diese künstliche Narbe giebt man mit Hülfe von Walzen, deren Oberfläche stumpfe Erhöhungen haben, durch welche sich entsprechende Grübchen in das Leder eindrücken.

Aussetzen. Um das Leder gleichmässig auszudehnen und um Falten und andere Unebenheiten, die sich durch ungleiches Zusammenziehen beim Trocknen gebildet haben, fortzuschaffen, werden die Leder benetzt und auf einer Tafel ausgestrichen oder ausgesetzt. Das Ausstreichen geschieht mit einer stumpfen Streichklinge (Aussetzer, Ausstreicher), die mit einer hölzernen Handhabe versehen ist und senkrecht auf das auf der Tafel liegende Leder aufgesetzt wird. Die Klinge ist von Eisen oder von Messing, oder (bei dünnem Leder) von Horn; und für starkes Leder mit stumpfen Zähnen versehen.

Einfetten. Die letzten Zurichtearbeiten bestehen, wenn es sich um Schmal- und Oberleder handelt, bei denen Biegsamkeit ein Haupterforderniss ist, in dem Einfetten, Einlassen oder Tränken des Leders, wozu gewöhnlich Fischthran oder ein Gemenge von Fischthran mit Talg oder am besten sogenanntes Gerberfett oder Dégras verwendet wird, welches letztere veränderter Thran ist, welcher in der Sämischgerberei benutzt und aus den gegerbten Fellen durch Potaschenlösung wieder gewonnen wurde. Das Einfetten muss im nassen Zustande der Haut geschehen, und ist gewöhnlich die Operation, welche mit den ausgegerbten Häuten zunächst vorgenommen wird. Beim Trocknen tritt dann das Fett an die Stelle des verdunstenden Wassers und füllt die Poren aus.

Die für Schuhe und Stiefel bestimmten Leder pflegt man auf der Fleischseite schwarz zu färben, indem man dieselben mit frischer angefeuchteter Lohe abreibt und mit Eisenbrühe, welcher etwas Kupfervitriol zugesetzt ist, mit einem Schwamm oder mit einer Bürste bestreicht, hierauf auszieht, dann krispelt, schlichtet, pantoffelt und nochmals mit einem Teig, aus Thran, Talg, Kienruss, etwas gelbem Wachs, Seife und Eisenvitriol bestehend, einreibt. Diese Schwärze füllt die Poren und schützt gegen die nachtheilige Einwirkung der Stiefelwichse, welche in der Regel mit Säure versetzt ist, liefert auch beim Putzen ein schöneres Schwarz, als bei dem auf der Narbenseite geschwärzten Kalbleder. Zuletzt überzieht man das Leder noch mit einer Mischung aus Talg und etwas Leimlösung, glättet das Leder mit einem convexen Stück glatten Glases und überzieht es mit dünnem Leimwasser.

Juchten. Unter Juften oder Juchten versteht man ein durch seine Festigkeit, Wasserdichte, so wie durch einen eigenthümlichen Geruch sich auszeichnendes, meist roth oder schwarz gefärbtes Leder, welches bisher fast ausschliesslich in Russland verfertigt und von da in grosser Menge bezogen wird. Der Name Juften stammt von dem russischen Worte Jufti ab, welches ein Paar bedeutet, und scheint für die Juftenleder hauptsächlich daher abgeleitet zu sein, weil die Felle beim Gerben paarweise zusammengenäht werden.

Man nimmt dazu gewöhnlich Häute von zwei- bis dreijährigen Rindern, doch bedient man sich auch der Rosshäute, der Kalb- und Ziegenfelle. Die bei der Fabrikation des Juchtenleders vorkommenden Operationen sind:

1) Das Reinigen der Häute wird wie gewöhnlich, und das Enthaaren mittelst Kalk ausgeführt;

2) das Schwellen verrichtet man entweder mit Sauerwasser aus Gerstenschrot, mit ausgegerbter und sauer gewordener Lohbrühe, oder mit Kaschka (mit Wasser zu einem dünnen Brei zerriebenen Hundekoth);

3) das Gerben der Juchten geschieht nicht mit Eichenrinde, sondern mit der Rinde mehrerer Weidenarten, auch mit Birken- und Fichtenrinde, oder auch mit allen drei Arten von Rinden. Man beginnt das Gerben damit, dass man die Blössen einige Tage in erschöpfter Gerbebrühe liegen lässt, worauf man sie mit dem zerkleinerten Gerbematerial in Gruben mit Wasser schichtet, oder auch in einen warm bereiteten Auszug der Rinden legt. Die Dauer des Gerbens beträgt 5—6 Wochen.

4) Die garen Häute werden aufgeschlagen, auf den Schabebock aufgestrichen und mässig getrocknet, worauf sie mit Birkenöl (Deggut, Dachert) getränkt werden. Dieses Oel gewinnt man in Russland durch Theerschweelerei aus der weissen Birkenrinde (nach einigen Angaben aus der korkigen Rinde im Frühjahre, meist mit Zusatz von Birkenzweigen mit Knospen), es enthält die gewöhnlichen Produkte der trockenen Destillation des Holzes — Benzol, Carbolsäure, Paraffin. — Mit diesem Oel werden die auf einer Tafel mit der Fleischseite nach oben ausgebreiteten Häute mit Lappen eingerieben und dieses so lange fortgesetzt, bis die Haut vollständig mit dem Oel imprägnirt ist. Hierauf werden die getränkten Häute so lange gereckt, bis sie geschmeidig geworden sind. Die Häute werden hierauf auf der Narbenseite mit Alaunlösung bestrichen und nach dem Trocknen mit einer gekerbten Walze überfahren, um auf der Oberfläche ein beliebiges Korn zu bilden. Nunmehr werden die Häute getrocknet und dann gefärbt, indem man zwei Häute mit der Narbenseite übereinander legt, an den Kanten zusammennäht, so dass ein Sack daraus gebildet wird, in welchen man die Farbenbrühe giesst.

Zur rothen Farbe bedient man sich einer mit Kalkwasser bereiteten Abkochung von rothem Sandelholz und Fernambukholz, zu welcher man etwas Potasche oder Soda gesetzt hat. Nach neueren Nachrichten soll man gegenwärtig nicht mehr die rothe Farbebrühe in die zusammengenäheten Häute giessen, sondern damit mit Hülfe einer Bürste die Häute 5—6 Mal bestreichen.

Die noch etwas feuchten Felle werden dann aufeinander gelegt, damit sie gleichmässig anziehen, hierauf auf der Fleischseite gefalzt, geschlichtet, gekrispelt und pantoffelt, auf der Narbenseite noch mit Thran und Birkenöl getränkt und mit Flanell abgerieben.

Man verwendet bekanntlich das Juchtenleder zum Einbinden von Büchern öffentlicher Bibliotheken, wo es in Folge der riechenden Bestandtheile des Birkenöles, womit das Juchtenleder getränkt ist, die Insekten und Würmer vertreibt, zu Stiefeln, Säckler- und Riemerarbeiten.

Saffian. Mit dem Namen Saffian, Maroquin oder türkisches Leder wird ein aus Bock- und Ziegenfellen bereitetes, sehr feines und weiches gefärbtes (nicht lackirtes) Leder bezeichnet. Man unterscheidet die *ächten* Saffiane (Maroquins) aus Ziegenfellen bereitet, die *unächten* Saffiane aus Schaffellen bereitet, gespaltene Schafleder und dünn ausgearbeitete Kalbleder für Buchbinder- und Portefeuillearbeiten.

Die Fabrikation der Saffiane gilt für eine arabische Erfindung und noch gegenwärtig werden im Norden Afrika's, besonders in Marokko, in der Türkei und in Persien beträchtliche Mengen davon angefertigt, welche noch bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts, um welche Zeit der Saffian in Europa erst Eingang fand, nach Europa kamen.

Für die Fabrikation von schönem Saffian ist eine sorgfältige Behandlung bei den Vorarbeiten unerlässlich. Die Felle werden durch Aetzkalk enthaart und müssen durch umsichtiges Beizen und Schwellen von allem Kalk befreit werden. Zum Gerben selbst wählt man nur solche Gerbematerialien, die wenig färbende Bestandtheile haben wie der Sumach. Die Operation des Gerbens geschieht in verschiedener Weise. Nach der im Orient üblichen Methode werden die Blössen in Form von Säcken zusammengenäht und dann mit einer Flüssigkeit angefüllt, welche aus einem Gemenge von kaltem Wasser und Sumachpulver besteht. Die Gerbebrühe durchdringt die zu Säcken ausgespannten Felle so rasch, dass in einem Zeitraum von drei Tagen die Gerbung derselben vollendet ist. Die nämliche Gerbemethode wird auch hin und wieder in Deutschland, seltener in Frankreich, allgemein aber in England bei Saffianen, ungespaltenen Schafledern und bei Kalbfellen in Anwendung gebracht.

Nach einem anderen Gerbeverfahren, welches hier und da in Deutschland, allgemein aber in Frankreich in Gebrauch ist, so auch in England für gespaltene Schafleder, bringt man die Blössen unter anhaltender Bewegung in passende Bottiche, welche das Gemisch von Wasser und Sumach enthalten; dieses Verfahren erfordert ungefähr acht Tage Zeit zu vollständiger Umwandlung der Blösse in Leder. Der Orient und die mit ihm oben namhaft gemachten Staaten verarbeiten die rohen Ziegen- und Schaffelle nur so weit, bis sie gegerbt und getrocknet sind; selten nur werden sie dort gefärbt und zugerichtet. In diesem Zustande mit dem Namen Meschinleder (gleichbedeutend mit dem französischen *cuir en croutes*) bezeichnet, gehen sie nach Wien und über Leipzig, um von den deutschen Fabrikanten mit Farbe versehen, geglänzt und appretirt zu werden.

Appretur des Saffians. Das Zurichten der für Saffian bestimmten Leder besteht zunächst in dem Färben derselben, woraufsie die letzte Appretur erhalten. Das Färben geschieht entweder aus dem Troge α) (bei ächten Saffianen), oder mit Hülfe der Bürste β) (bei unächten Saffianen). α) Das Färben aus dem Troge geschieht in schmalen Trögen, in welche man aus einem grösseren Reservoir nur so viel Farbe von etwa 60° Temperatur giebt, als zur Färbung eines Felles erforderlich ist. Die gegerbten Felle werden mit der Aasseite nach innen der Länge nach zusammengelegt. Der Arbeiter nimmt ein Fell an dem zusammengelegten Rande und bewegt es in der Farbenbrühe, bis dieselbe fast absorbirt ist. Hierauf versieht er den Trog von Neuem mit Farbe und verfährt ebenso mit einem zweiten Fell und so fort. So wie die Felle das Bad passirt haben, werden sie ausgebreitet und 2—4 Dutzend derselben über einander gelegt. Hierauf wendet man die Lage Felle um, sodass das erste Fell wieder nach oben kommt, und giebt dann von diesem an nach der Reihe das zweite Bad, und hierauf das dritte Bad. Dann werden die Felle geöffnet oder ausgebreitet, in reinem Wasser ausgewaschen und dann weiter appretirt. β) Unächte Saffiane erhalten ihre Farbe durch Aufstreichen der Farbebrühe mittelst der Bürste. Die Felle werden zu dem Ende vollständig durchgeweicht, dann glatt ausgestrichen und die Farbenbrühen wiederholt aufgetragen.

Es liegt auf der Hand, dass der Effekt, welchen die Farbe macht, grösstentheils von der Beschaffenheit der Narbe des Saffians abhängig ist, wesshalb man den Operationen des Zurichtens nach dem Färben die grösste Sorgfalt widmet. Zunächst werden die gefärbten Felle nach dem Trocknen mit einem Wolllappen mit etwas Leinöl auf der Narbenseite eingerieben, dann auf einer Glänzmaschine der Länge nach geglänzt oder geglättet, hierauf werden sie in die Quere platirt, dann das zweite Mal schräg über die Platirung. Die gelb gefärbten Felle werden nicht geglänzt, weil sich sonst das Gelb ins Braune ziehen würde.

Der Corduan, ein gefärbtes Leder, welches in früherer Zeit eine weit grössere Rolle spielte als heutzutage, ist von dem Saffian wesentlich nur durch die grössere Stärke der Felle und dadurch unterschieden, dass er seine natürliche Narbe behält, während diese beim Saffian platirt, d. h. künstlich gemacht ist. Er pflegt roth, gelb oder schwarz gefärbt zu werden.

Lackirtes Leder. Die Kunst, lackirtes Leder zu bearbeiten, dass es biegsam, geschmeidig, dauerhaft, vollkommen trocken, nicht klebend, schön schwarz und glänzend werde, gehört erst der neuern Zeit an, und erst seitdem ist es mehr und mehr steigerndes Bedürfniss geworden, Fussbekleidung von lackirtem Leder zu tragen, Wagenverdecke und Wagenbekleidungen, Mützen und Helmschirme und viele andere Gegenstände aus lackirten Häuten zu bereiten.

Lackirtes Leder kommt in der Regel nur in schwarzer Farbe vor. Die Herstellung des erstern besteht darin, dass man auf den entsprechend vorbereiteten Grund des nicht eingefetteten lohgaren, seltener öl- oder sämischgaren Leders, welches, nachdem es gehörig geebnet und geglättet, auf Holzrahmen ausgespannt worden ist, einen Lackfirniss aufträgt, welcher eine schwarze Farbe und die Eigenthümlichkeit hat, in der Kälte dickflüssig und zähe, in der Wärme aber dünnflüssig zu sein. Dieser dickflüssige Lack auf die Häute und Felle aufgetragen und dann in einen auf ungefähr 50° C. erhitzten Raum gebracht, wird dann dünnflüssig, breitet sich auf dem horizontal liegenden Leder gleichmässig aus und trocknet ein. Die Fabrikation der farbigen lackirten Leder weicht insofern von der eben beschriebenen Methode ab, als man bei ihr nur dünnflüssige Lacke anwendet und die Trocknung derselben nur in minder hohen Hitzgraden bewerkstelligt.

Von grosser Wichtigkeit ist die Herstellung von glatten lackirten Häuten für Sattler- und Wagenmacher-Gebrauch. Das Dach des Wagens, welches in vielen Fällen bald steif gestellt, bald zurückgeschlagen werden soll, bedarf neben einer grossen, dünnen, löcherfreien Haut, auch eine solche, die dehnbar und weich ist, und alle Biegungen ohne zu brechen verträgt. Die Haut der Kuh bot, in Folge ihrer natürlichen Dünne und grossen Fläche, somit das einzige Material zur Herstellung von Wagendecken; sie wurde mit Fett weich gemacht, geschwärzt und gekrispelt. Allein sie war von nur kurzer Dauer, denn der Sonne ausgesetzt, trat das in ihr befindliche Fett auf ihre Oberfläche und beschmutzte sie; ihre Farbe, ursprünglich schwarz, wurde bald roth, und der vor Kurzem noch elegante Wagen war seiner Schönheit beraubt. Nach der Erfindung des Lederlackes konnte man dem Wagenbauer zu Verdecken ein lackirtes Leder liefern, welches von den erwähnten Nachtheilen völlig frei ist. Da die vorhandenen Kuhhäute zur Befriedigung des sich immer mehr steigernden Bedarfs an Verdeckledern nicht ausreichten, kam man auf den glücklichen Gedanken des Spaltens grosser starker Ochsenhäute, und indem man dieselben ihrer ganzen

Fläche nach horizontal durchschnitt, erhielt man ein Leder für die Wagendecken und ein zweites für Garnirung der Kutschensitze, der Kothflügel u. s. w.

Zum Schlusse sei noch das Instrumenten- oder Klavierhammerleder erwähnt, welches seiner Bestimmung nach weich, aber doch sehr elastisch sein muss. Die Fabrikationsweise dieses Leders wurde lange Zeit als tiefes Geheimniss behandelt, gegenwärtig weiss man, dass dieses Leder halb in Thran, halb in Fichtenlohe gegerbt ist. Ohne die Narbe von der Haut abzustossen, wird es in Thran gewalkt, in Lauge gewaschen und auf der Narbenseite an der Sonne gebleicht. Dann kommt es in eine auf Handwärme abgekühlte Abkochung von Fichtenlohe, in welcher es so lange verbleibt, bis das Leder, ursprünglich weiss, eine Lohfarbe angenommen hat. Hierauf wird es übrigens wie sämischgares Leder zugerichtet.

Unter dänischem Leder versteht man eine Sorte lohgares Handschuhleder, welches im Norden aus Fellen von jungen Ziegen, Lämmern und aus Rennthierhäuten mit Hülfe von Weidenrinde hergestellt wird und sich durch einen eigenthümlichen Weidengeruch, durch helle Farbe und grosse Geschmeidigkeit auszeichnet.

II. Die Alaun- oder Weissgerberei.

Alaungerberei. Die Alaun- oder Weissgerberei umfasst denjenigen Theil der Gesammtgerberei, welcher sich gewisser Thonerdesalze zur Ueberführung der Haut in Leder bedient, das in diesem Falle alaun- oder weissgares Leder genannt wird.

Man unterscheidet drei Modificationen der Weissgerberei, nämlich:

1) die gemeine Weissgerberei, welche nur schwache Häute, wie Hammelfelle, Ziegenfelle und Schaffelle verarbeitet, dieselben erst im Kalkäscher vorbereitet und dann mit Alaun und Kochsalz (mit Chloraluminium) weissgar macht, ohne sie hierauf mit Fett zu tränken;

2) durch die ungarische Weissgerberei werden starke Häute (Ochsen- und Büffelhäute, Kuh- und Rosshäute) zu Sattler- und Riemerarbeit, ohne sie vorher mit Kalk zu behandeln, weissgar gemacht und dann mit Fett getränkt. An die ungarische Weissgerberei schliesst sich die Bereitung des Klemm'schen Fettleders an;

3) die französische oder Erlanger Weissgerberei, welche Felle von jungen Ziegen (Kitzen) und Lämmern, seltener Gemsenfelle, nach einem eigenthümlichen Verfahren zu Handschuhleder gar macht.

An diese Methode des Weissgerbeverfahrens schliesst sich

4) die Lederbereitung mit unlöslichen Seifen nach dem Vorschlage von Knapp an.

Gemeine Weissgerberei. 1) Die gemeine Weissgerberei verarbeitet Schaf- oder Hammel- oder Ziegenfelle, welche dem Gerber entweder mit der Wolle oder bereits geschoren überliefert werden. Im erstern Falle sind bei der Behandlung der Felle besondere Rücksichten durch den Werth der Wolle geboten, da häufig der Gewinn des Gerbers mehr in dem Verkauf der Wolle (Gerberwolle, Raufwolle), als in dem des weissgaren Leders besteht. Die weisse Farbe, grosse Weichheit und zarte Narbe, welche man vom weissgaren Leder verlangt, führen grosse Sorgfalt bei den vorbereitenden Operationen mit sich, welche ausserdem mit den bei der Lohgerberei beschriebenen zusammenfallen.

Das Einweichen und Ausstreichen der Felle geschieht wie in der Lohgerberei und zwar letzteres ebenfalls mit einem Streichmesser. Der Arbeiter legt einen Decher (Corruption von Decuria, 10 Stück) über den Streichbaum übereinander, und streicht ein Fell nach dem anderen auf der Fleischseite, die Schaffelle behufs des Reinigens der Wolle auch auf der Narbenseite aus, bis er zum letzten Fell gelangt, welches als unmittelbar auf dem Streichbaum liegend leicht verletzt werden könnte und deshalb auf den nächsten Decher gebracht wird. Die Felle werden hierauf enthaart; bei mit Haaren versehenen Häuten oder Schafhäuten, deren Wolle vorher abgeschoren wurde, geschieht das Enthaaren auf dieselbe Weise wie beim Lohgerben, nur werden die mit Kalkmilch hinlänglich behandelten Häute auf dem Streichbaum nicht mit dem Schabeeisen, sondern mit einem kurzen Holzstabe von der Wolle oder den Haaren befreit.

Die noch mit der Wolle versehenen Felle werden, ehe man sie dem Kalkäscher übergiebt, mittelst des Anschwödens enthaart, um die Wolle als Waare nicht zu entwerthen. Zu dem Ende werden die Felle mit der Fleischseite nach oben auf der Erde ausgebreitet, mittelst des Schwödenwedels (eines in Gestalt eines Pinsels zubereiteten Ochsenschweifes oder eines aus Werg zusammengebundenen Pinsels) mit einem aus gleichen Theilen Kalk und gesiebter Asche und Wasser bereiteten Brei bestrichen, darauf der Kopf und die Füsse nach der Aussenseite zu einwärts gelegt; hierauf wird jedes Fell dergestalt zusammengeschlagen, dass die Wolle nicht vom Kalk berührt wird und so 8—10 Tage liegen gelassen, bis die Wolle sich löst. Alsdann werden die Felle auf der Fleischseite und auf der Haarseite rein ausgewaschen, um sie vom Kalk zu befreien und vom Schmutz zu reinigen, worauf die Wolle zum Theil abgepflückt, zum Theil aber auch auf dem Streichbaume abgestossen wird. Die durch das Anschwöden enthaarten Felle werden nun in den Kalkäscher gepackt und weiter behandelt, wie oben angegeben worden ist. Um den in den Häuten enthaltenen Talg so vollständig als möglich zu entfernen, kommen die enthaarten Blössen in den sogenannten faulen Aescher, worunter ein Reservoir mit Kalkmilch verstanden ist, welche von Zeit zu Zeit aufgerührt ist und in Folge des öfteren Gebrauches thierische Substanzen in reichlicher Menge enthält, die unter Mitwirkung des Kalkes sich nach und nach zersetzen und dadurch zur Ammoniakentwicklung Veranlassung geben. Hierdurch wird ein guter Theil Fett aus den Häuten entfernt. Nach dem Behandeln im Kalkäscher werden die Häute auf dem Schabebaum verglichen, d. h. es werden die zur Lederfabrikation unbrauchbaren Stücke wie die Spitzen der Beine und des Kopfes, die Ohren, die Brustzipfel und der Schwanz behufs der Bereitung von Leim abgeschnitten. Die verglichenen Häute werden dann eine Nacht im Wasser eingeweicht, dann auf dem Schabebocke mit einem stumpfen Streicheisen auf der Fleischseite wie auf der Narbenseite gut ausgestrichen und geschabt, dann mit einer hölzernen Stosskeule mit Wasser einige Zeit gewalkt, ausgewaschen und abermals auf dem Streichblock bearbeitet, wobei zugleich der rückständige Kalk und die Kalkseife ausgedrückt und die Haare der Häute vollständig entfernt werden.

Um die letzten Mengen des Kalkes zu beseitigen und um die Häute zu schwellen, kommen dieselben in die Kleienbeize, in welcher sie 2—3 Tage bleiben. Dann werden sie herausgenommen, in Wasser gespült, ausgewunden und unmittelbar zum Gerben in die Gerbebrühe gebracht. Auf je einen Decher bereitet man eine Alaunbrühe aus 0,75 Kilogr. Alaun, 0,30 Kilogr. Kochsalz, 22,5 Liter Wasser. Von dieser heiss bereiteten Brühe giesst man 1 Liter in einen Waschtrog, lässt sie bis zur Handwärme abkühlen und zieht ein Fell ein oder zwei Mal durch, bis die Brühe das Fell überall gleichmässig imprägnirt hat. Nach dem Herausnehmen schichtet man die Felle auf einander, ohne sie auszuringen, lässt sie 2—3 Tage so liegen, wodurch sie die Gare bekommen, ringt sie dann aus und trocknet sie langsam, auf Latten aufgehängt.

Was die Theorie der Anwendung der Alaunbrühe in der Weissgerberei betrifft, so neigte man sich früher allgemein der Ansicht zu, dass nur das Chloraluminium darin — durch Umsetzung der Bestandtheile des Thonerdesulfates des Alauns und der Bestandtheile des Kochsalzes entstanden — wirksam sei, man glaubte, dass ein basisches Chloraluminium (Aluminiumoxychlorür) mit der Haut sich verbände, während saure salzsaure Thonerde in der Gerbebrühe zurückbliebe. Die Sulfate der Alkalien in der Alaunbrühe hielt man für Ballast. Dass essigsaure Thonerde anstatt der Alaunbrühe angewendet, von guter und schneller Wirkung sei, war ebenfalls bekannt. Die von Knapp mit Alaun, essigsaurer Thonerde und Chloraluminium angestellten Versuche haben gelehrt, dass bei der Aufnahme des Thonerdesalzes durch die Hautfaser keine Zersetzung des Salzes stattfindet; es wurden durch die Haut aufgenommen

von Alaun	8,5	pCt.
„ schwefelsaurer Thonerde	27,9	„
„ Chloraluminium	27,3	„
„ essigsaurer Thonerde	23,3	„

Die Thonerdesalze verbinden sich aber keineswegs mit der Haut unter allen Umständen stets in obigen Verhältnissen, die Erfahrung lehrt im Gegentheile, dass die Häute aus concentrirten Salzlösungen mehr aufnehmen als aus verdünnten. Was die Rolle des Kochsalzes bei der Bereitung der Gerbebrühe betrifft, so scheint das Kochsalz mehr als ein blosses Mittel zu sein, das Thonerdesulfat des Alauns in Chloraluminium überzuführen, da Chloraluminium weit entfernt ist, unter gleichen Umständen ein eben so gutes und geschmeidiges weissgares Leder zu liefern, als eine Lösung von Alaun mit Kochsalz. Nach Knapp's Ansicht ist es ausser Zweifel, dass das Kochsalz einen eigenen und zwar activen Einfluss übt, theils als eine die Endosmose lebhaft befördernde Substanz, theils weil es auch als

Lösung, gleich dem Alkohol, die Eigenschaft besitzt, den thierischen Geweben ihren Wassergehalt so weit zu entziehen, dass die Fasern beim Trocknen nicht mehr zusammenkleben, und somit bei der Lederbildung mitwirkt.

Die gegerbten Felle schrumpfen beim Trocknen etwas ein und besitzen eine ziemliche Steifheit, welche ihnen durch die Arbeit des Stollens genommen wird; die Felle werden nämlich über den convexen Theil eines bogenförmigen Eisens, der Stolle, und zwar über die stumpfe Schneide der Breite nach hinweggezogen, um die Felle auszudehnen und alle Falten zu beseitigen. Vorher benetzt man sie mit Wasser oder legt sie einige Tage in den Keller, damit sie während des Stollens nicht zerreissen. Nach dem Stollen werden sie auf dem Streichrahmen oder Streichschragen mit Hülfe der Streiche gestrichen und dann sind sie Waare. Das fertige Leder wird unter der Benennung „Weissleder“ in grossen Massen zu ordinärem Schuhfutter und dergl. verwendet.

Ungarische Weissgerberei. 2) Die ungarische Weissgerberei unterscheidet sich von der gemeinen Weissgerberei dadurch, dass sie dicke Ochsen-, Büffel-, Kuh- und Rosshäute zu Sattler- und Riemerarbeit verarbeitet, die Häute nicht in den Kalk bringt, und sie nach dem Gerben mit Fett tränkt. Die rohen Häute werden blos eingeweicht, bis alles Blut und alle Unreinigkeiten entfernt sind, und dann enthaart; zu dem Ende werden die Häute, sowie sie aus dem Wasser kommen, mit einem scharfen Putzmesser abgeschoren. Hierauf kommen sie sofort in die Alaunbrühe, welche für eine Haut von ungefähr 25 Kilogr. Gewicht aus 3 Kilogr. Alaun, 3 Kilogr. Kochsalz und 20 Liter Wasser bereitet wird. Die Alaunbrühe wird im lauwarmen Zustande in einem länglich-runden Bottich auf die Felle gegossen, dergestalt, dass die Narbenseite nach oben gekehrt ist. Ein Arbeiter tritt alsdann mit den Füssen in dem Bottich einige Mal auf den Fellen herum, worauf sie acht Tage lang in der Brühe liegen bleiben. Nach dieser Zeit werden sie nochmals gut durchgetreten, worauf man das Leder auf Stangen trocknet. Nach dem Trocknen werden die Häute gereckt und dann mit Fett getränkt. Zu dem Ende werden die gegerbten Häute auf Stangen über Kohlenfeuer erwärmt, dann auf einem Tisch ausgebreitet und auf der Fleischseite wie auf der Narbenseite mit geschmolzenem Talg eingerieben. Jede Haut erhält etwa 3 Kilogr. Talg. Nachdem dreissig Häute so getränkt worden sind, werden sie einzeln über einem Kohlenfeuer etwa eine Minute lang durch zwei Arbeiter hin und her gezogen, wodurch das Fett die Häute besser durchdringt, worauf man sie in der freien Luft, die Fleischseite einwärts gekehrt, aufhängt. Der Talg verbindet sich (wenigstens zum Theil) mit der Haut.

Das Leder ist nun für die Verwendung fertig. Sein Hauptverbrauch ist zu ordinärem Pferdegeschirr, der sich in Frankreich so weit ausdehnt, dass man auch die Geschirre für die Artilleriebespannung daraus fertigt, da nicht leicht ein zweites Leder so viel Stärke und Zähigkeit besitzt, und auch nicht leicht ein anderes so rasch und so wohlfeil hergestellt werden kann.

Handschuhleder. 3) Die französische oder Erlanger Weissgerberei befasst sich nur mit der Herstellung von Handschuhleder für Glacéhandschuhe; an ihnen bleibt die Narbe der Felle unverändert, während bei waschledernen Handschuhen, welche mit Thran gegerbt werden, stets die Narbe der Felle abgenommen ist. Das alaungare Handschuhleder erheischt, weil es zu Luxusartikeln, den Glacéhandschuhen, verarbeitet wird, die Eigenschaften des Weissleders in hohem Grade, da diese Leder, wenn sie weiss bleiben, ein gleichmässiges Weiss erhalten sollen, und wenn sie gefärbt werden, dieses fast durchweg mit hellen und delicaten Farben geschieht. Nur durch sorgfältiges Behandeln der Felle in den vorbereitenden Operationen, durch pedantische Reinlichkeit, durch Fernhalten von Allem, was Flecke hervorrufen könnte wie Eichenholz, eisenhaltiges Wasser und dergl. ist man im Stande, diese Bedingungen zu erfüllen. Dazu gesellt sich noch der Umstand, dass

die Handschuhe grosse Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit, dabei möglichste Haltbarkeit und eine unversehrte Narbe besitzen müssen.

Zu dem bessern Glacéhandschuhleder werden zwei Fellsorten verwendet; die eine theuerere ist das Fell der nur mit Milch ernährten jungen Ziege (Zickel oder Kitz), die eine wohlfeilere ist das Fell des Lammes. Jedes dieser Felle liefert im Durchschnitt zwei Paar Handschuhe.

Die Vorbereitungsarbeiten sind die gewöhnlichen der Weissgerberei, die Gerberei selbst weicht aber vollständig ab, indem die Felle mit einem Gerbebrei (der Nahrung) gegerbt werden, durch welchen sie nicht nur weissgar werden, sondern auch das zur völligen Geschmeidigkeit nöthige Oel erhalten. Dieser Brei besteht aus Weizenmehl, Eidotter, Alaun, Kochsalz, welche man mit Wasser zu einem flüssigen Brei anrührt. Statt der Eidotter wird bisweilen Olivenöl angewendet. Die Felle werden darin einige Zeit getreten und gewalkt. Dann werden sie durch einfaches Ausziehen gereckt, an der Luft, so schnell es geht, getrocknet, gelinde angefeuchtet, dutzendweise zwischen Leinwand gelegt, getreten, um sie zu erweichen und dann einzeln der Länge und Quere nach auf der Fleischseite bis zu genügendem Ausrecken über das Stolleisen gezogen, darauf getrocknet und nochmals gestollt, wodurch die letzten Spuren anhängenden Mehles entfernt werden und die erforderliche Geschmeidigkeit gegeben wird. Die Narbenseite nach aussen gekehrt, wird dieses Leder zu den Glacéhandschuhen verwendet, denen man durch Glätten oder Glänzen (mittelst der gläsernen Blankstosskugel oder mit Hülfe der Appretirmaschine), oder auch durch Ueberstreichen mit Eiweiss, Senegalgummi, Tragant oder Seife Glanz giebt. Das Färben der alaungaren Handschubleder findet gewöhnlich auf der Narbenseite, seltener auf der Fleischseite statt und geschieht entweder durch Eintauchen oder durch Anstrich. Letzteres Verfahren, unter dem Namen des englischen Verfahrens oder der Fixfärberei bekannt, ist das gewöhnlichere.

Nach Knapp's Versuchen lässt sich ein schönes weisses Glanzleder erzeugen, wenn man Blösse aus Lamm- oder Ziegenfell in einer gesättigten alkoholischen lauen Stearinsäurelösung ausgerbt. Das so erzeugte Leder ist geschmeidig, von weisserer Farbe als gewöhnliches Glacéhandschuhleder und von ganz besonders schönem natürlichen Glanz der Narbe.

Knapp's Leder. 4) Die Lederbereitung mit unlöslichen Seifen, von Knapp erfunden, scheint für die Gerberei von grosser Wichtigkeit werden zu wollen. Die gerbende Eigenschaft des Eisenoxydes ist längst bekannt und noch im Jahre 1855 liess sich Belford für England ein Patent auf ein Verfahren zur mineralischen Gerbung der Häute patentiren, welches auf der Anwendung des Eisenoxydes beruht. Es ist bis jetzt aber nicht gelungen, ein brauchbares Leder damit herzustellen. In einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd und Eisenchlorid färbt sich die Blösse rothbraun, in einer Lösung von Chromchlorid blaugrau, jedoch nach dem Trocknen erhält man ein schlechtes, narbenbrüchiges, oft ganz sprödes Leder, selbst dann noch, wenn die Gerbeflüssigkeit möglichst wenig oder keine freie Säure enthält. Es ist wahrscheinlich, dass die Eigenschaft des Eisenoxydes, durch Sauerstoffabgabe zerstörend auf die Faser einzuwirken, beim Brüchig- und Sprödewerden des mit Eisenoxyd gegerbten Leders eine Rolle spielt. Wird die Eisenchloridlösung vor dem Gerben mit so viel Natron (Soda oder Aetznatron) versetzt, als sie verträgt, ohne einen bleibenden Niederschlag zu bilden, so wird das Oxyd leichter und reichlicher auf die Faser niedergeschlagen; nebenbei hat man den Vortheil, dass die saure Reaction auf die Haut gehoben und eine dem Zusatz der Soda entsprechende Menge Kochsalz gebildet wird. Aus dieser Lösung nun gerbt sich die Haut weit leichter und mit voller Geschmeidigkeit. Das so gegerbte Leder hat jedoch das mit dem weissgaren gemein, dass es im Wasser die Gerbung verliert und deshalb nur für Gegenstände sich eignet, welche mit Wasser nicht in Berührung kommen. Um ihnen Widerstand gegen die Feuchtigkeit zu geben, sind die Metalloxyde auf der Faser in unlösliche Verbindungen überzuführen, welche zugleich der Biegsamkeit und Weichheit der Hautfaser sich anschliessen, die Raschheit der Gerbung befördern und möglichst haltbar auf der Faser fixirt sind. Hierzu eignen sich am

besten die Verbindungen der Oxyde von der Formel $R_2 O_3$ mit den fetten Säuren, mithin die Thonerde-, Eisenoxyd- und Chromoxydseifen, die in Wasser unlöslich, ferner biegsam sind und, was für die Praxis erheblich ist, sich durch doppelte Zersetzung aus in Wasser löslichen Verbindungen herstellen lassen.

Bei der Ausführung der Gerbung mit unlöslichen Seifen bereitet man zwei Bäder, eines mit Seifenwasser, welches 3—5 pCt. Kaliseife enthält, und ein zweites, eine Auflösung des gerbenden Salzes, welches 5 pCt. davon enthält. Die Blössen werden zuerst in die Salzlösung gebracht, fleissig darin bewegt, öfters zum Abtropfen herausgenommen, dann von Neuem hereingelegt, bis sie gehörig imprägnirt sind, wozu 1—2 Tage gehören. Nach dem Abtropfen kommen sie zum Ausgerben ebenfalls 1—2 Tage lang in die Seifenlösung. Nach beendigtem Gerben werden die Häute abgespült und getrocknet.

Die Knapp'sche Gerbung mit unlöslichen Seifen ist, wenn auch nicht im Princip, doch in der Tendenz einer Combination der Alaungerberei mit der Sämischgerberei ähnlich. Das mit Thonerdeseife gegerbte Leder ist weiss und besitzt an Stelle der trocknen, fast kreidigen Oberfläche der weissgaren Leder eine weiche, glänzende und fettig anzufühlende Oberfläche. Gerbt man aus einer Flüssigkeit, die Eisen- und Chromoxydsalze gemischt enthält, so erhält man Leder von einer Farbe, die bei geeignetem Verhältniss der beiden Salze der Farbe des rothgaren Leders täuschend ähnlich ist.

III. Die Sämisch- oder Oelgerberei.

Sämischgerberei. Die Sämisch- oder Oelgerberei wandelt die Felle von Hirschen, Rehen, Hammeln, Schafen, zuweilen auch Kalbsfelle, dann auch Ochsenhäute (zu Riemen und Bandeliers beim Militair) in Oelleder (ölgares oder sämischgares Leder) um. Das Gerbmaterial ist Fett oder Thran. Das Oelleder findet hauptsächlich zu Bekleidungsgegenständen, namentlich zu Beinkleidern, Beuteln, Hosenträgern, Gamaschen, Westen, waschledernen Handschuhen, Bändern und Bandagen zu chirurgischen Zwecken Anwendung, wozu es sich in Folge seiner Weichheit, seiner wolligen Beschaffenheit und seines Zuges wegen besonders eignet. Da es im Wasser seine Gerbung nicht verliert und daher auch ohne Nachtheil gewaschen werden kann, nennt man es auch Waschleder. Die oberste Lage des Coriums, welche ihrer dichteren Beschaffenheit wegen, nicht dieselbe Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit besitzt wie die untere, also die Narbe, wird bei dickeren Fellen abgestossen; bei solchem ölgaren Leder fällt daher der Unterschied zwischen Narben- und Fleischseite hinweg. Das Abstossen der Narbe befördert zugleich das Eindringen des Fettes, welches unter der vereinigten Einwirkung von Luft und Wärme sich in Produkte umwandelt, welche mit der Hautfaser eine feste trockene Verbindung eingehen, in welcher der Fettgehalt nicht mehr physikalisch zu erkennen ist, namentlich hindert er nicht mehr das Eindringen des Wassers (das Oelleder ist daher keineswegs wasserdicht wie z. B. das Fettleder Klemms), dagegen nimmt es der Hautfaser das Vermögen, unter dem Einflusse des Wassers zusammenzukleben und einzuschrumpfen. Dünnere Felle, wie Felle von Ziegen und Lämmern, welche zu den feinen ölgaren Handschuhen dienen, behalten ihre Narbe der grösseren Haltbarkeit wegen und werden dann auf der Fleischseite nach aussen getragen.

Die für das Oelleder bestimmten Felle werden bis zur beendigten Enthaarung eben so vorbereitet wie in der Weissgerberei; da bei dem ölgaren Leder eine Schonung der Narbe nicht erforderlich ist, so werden die Haare nicht mit einem Stabe, sondern auf dem Streichbaum mit einem stumpfen Messer, dem Abstossmesser, abgestrichen, wobei zugleich die Narbe abgestossen wird. Die abgestossenen und durch Vergleichen von den unbrauchbaren Endstücken befreiten Felle kommen behufs ihrer vollständigen Entkalkung und Schwellung in Kleienbeize. Hierauf werden sie ausgewunden und sofort in die Walke gebracht, um hier mit dem Fette getränkt oder gegerbt zu werden. Hierzu werden die Felle, die Narbenseite nach oben auf dem Tische ausgebreitet und mit Thran oder Oel bestrichen, dann zu

Knäulen zusammengewickelt, unter eine Stampfwalke gebracht und 2—3 Stunden gewalkt, während dem man sie von Zeit zu Zeit herausnimmt, einige Zeit an der Luft liegen lässt und dann von Neuem ölt und walkt, bis sie genug Fett aufgenommen haben. Durch das wiederholte Aushängen an die Luft verlieren die Felle ihr Wasser allmälig und in dem Maasse, als das Wasser verdunstet, tritt das Oel an dessen Stelle; die Felle bleiben so lange der Luft ausgesetzt, bis die äussere Oberfläche abgetrocknet erscheint (anrauscht). Dass die Felle hinreichend Oel erhalten haben, erkennt man an einem eigenthümlichen scharfen, an Meerrettig erinnernden Geruch, welcher an die Stelle des Fleischgeruches tritt.

Bereits während des Walkens, noch mehr aber während des Aushängens der Häute an die Luft, hat sich der Thran theilweise verändert und ist mit der Hautfaser in Verbindung getreten; ein anderer und zwar der grösste Theil des Thranes erfüllt aber nur mechanisch die Poren des Leders. Der Zweck der nächsten Arbeit ist daher der, die Felle einer Art, mit Temperaturerhöhung begleiteten Gährung auszusetzen, durch welche dieselbe Wirkung in kürzerer Zeit erzielt wird, welche beim Aushängen der geölten Häute stattfand, und wodurch der grösste Theil des Thranes in Verbindung mit der Faser gebracht wird. Hierzu werden die Felle in die Wärmekammer gebracht, auf einem auf dem Boden ausgebreiteten Leinentuche zu einem konischen Haufen übereinander geworfen, mit Sorgfalt bedeckt, sich selbst überlassen und nur von Zeit zu Zeit gelüftet, damit die Häute sich nicht überhitzen. Das Zusammenlegen und Auseinanderwerfen der Haufen wird wiederholt, bis die Felle die erforderliche gelbe Farbe erhalten haben, welche ein Zeichen der beendigten Oxydation des Oeles ist. Das Behandeln der geölten Felle in der Wärmekammer nennt man das Färben in der Braut.

Ungeachtet der Gährung ist noch ein Theil des Oeles (man rechnet gegen 50 pCt. des ursprünglich angewendeten) in der Haut im unverbundenen Zustande enthalten, welches durch eine lauwarme Potaschenlösung entfernt wird. Aus der ablaufenden weissen Brühe scheidet sich beim ruhigen Stehen eine Fettmasse ab, welche Dégras oder Gerberfett heisst, und wie Seite 555 gesagt worden ist, zum Zurichten des lohgaren Leders verwendet wird. Die entfetteten Leder werden ausgerungen, getrocknet und gestollt, um ihnen die Geschmeidigkeit wieder zu ertheilen, welche sie durch das Trocknen zum Theil verloren haben.

Das Rauh- oder Rauchleder ist ölgares Leder, dessen Narbe nicht abgestossen worden und dessen Fleischseite geschwärzt ist. Es ist seiner Milde und Weichheit wegen zu Damenstiefeln sehr beliebt. Nach den Versuchen von Knapp lässt sich eine Art Oelleder erhalten, wenn man eine Blösse abwechselnd mit einer Lösung von Seife und verdünnter Säure behandelt, so dass sich die fetten Säuren in der Faser niederschlagen. Nach der Gerbung muss das Leder gut ausgewässert werden.

Ueber die Constitution des Oelleders ist zur Zeit nichts bekannt; man weiss nicht, welche Zersetzungsprodukte des Oeles (ob allein die der fetten Säuren oder vielleicht auch die des Glycerins) mit der Faser eine Verbindung eingehen. Die Sämischgerberei hat ohne Zweifel vieles gemein mit dem Oelen der Baumwollstoffe als vorbereitender Operation der Türkischrothfärberei.

Pergament. Das Pergament ist kein Leder im technologischen Sinne, denn die Fasern der Haut, die zur Pergamentbereitung dient, ist weder durch Gerbstoff, noch durch Thonerdesalze, noch durch Thran, noch durch ein anderes Gerbematerial vor dem Zusammenkleben bewahrt, und lässt sich daher durch kochendes Wasser mit Leichtigkeit in Leim überführen (daher der Name Pergamentleim, welcher bei feinen Arbeiten höher geschätzt ist als der gewöhnliche Leim). Das Pergament ist im Wesentlichen nichts anderes als die von Haaren befreite rohe Haut einzelner und namentlich der kleineren Thiere wie des Kalbes und des Schafes, welches von anliegendem Schmutz und Fleisch befreit, aufgespannt und getrocknet wird.

Man unterscheidet eigentliches Pergament (parchemin, parchment), welches aus Schaffellen hergestellt wird, von dem Pergament, welches der Franzose Vélin oder Parchemin vièrge, und der Engländer Vellum nennt; letzteres ist feiner als das gewöhnliche Pergament und wird aus jungen Kalb-, Ziegen und todtgeborenen Lammhäuten bereitet.

Die verschiedenen Zwecke, denen das Pergament dient, bedingen bei der Fabrikation desselben einige Modificationen. Die Felle werden zuerst eingeweicht, gereinigt, im Kalkäscher behandelt und enthaart; Schaffelle werden, um die Wolle möglichst zu schonen, geschwödet. Nach dem Enthaaren werden die Felle gewaschen und zwar auf dem Schabebaum und zwar gewöhnlich (doch nicht immer) geschabt und von allem Fleisch befreit. Hierauf

wird jedes Fell mit Schnüren und Wirbeln in einem Rahmen mit beweglichen Seiten (ähnlich dem Stickrahmen) der Art eingespannt, dass eine faltenlose Fläche entsteht. Das ausgespannte Fell wird nochmals ausgestrichen und dünn geschabt und darauf getrocknet. Einiges Pergament ist dann schon fertig und wird nur noch beschnitten; so stellt man z. B. das Trommelpergament aus Kalbfellen, das Pergament zu Pauken aus Eselshäuten dar. Bei Kalbfellen zu Trommelpergament entfernt man mit den Haaren auch die Narbe. Solche, die Farbe erhalten, für Büchereinbände bestimmt, werden genau wie Trommel- und Paukenfelle behandelt, nach dem Trocknen aber auf beiden Seiten mit einem halbrunden Messer geschabt, dessen Scheide umgebogen ist. Dadurch wird den ursprünglich glatten Flächen eine rauhe Oberfläche gegeben, wodurch diese geschickt wird zur Aufnahme von Farbe wie auch von Tinte. Die Vorbereitung der Felle zum Färben wie zum Schreiben ist nämlich eine und dieselbe, sowie auch die für jene Pergamentsorte, deren man sich zu Schreibtafeln in Brieftaschen und dergl. bedient, und welche die Schriftzüge des Bleistiftes aufnehmen soll. Dieses Pergament namentlich wird, nachdem es auf beiden Seiten abgeschabt worden, mit einer mageren Bleiweissölfarbe angestrichen, an deren Stelle auch häufig eine Leimfarbe aus Barytweiss oder Zinkweiss tritt. In England wendet man zur Herstellung des Schreibpergaments oder Vellums beinahe ausschliesslich jene Aas- oder Fleischseite an, welche man beim Spalten der Schafleder gewinnt. Oft wird das Pergament, nachdem es auf dem Rahmen getrocknet worden ist, gekreidet, geschabt und mit Bimsstein abgerieben. Zu Sieben (z. B. zum Körnen des Schiesspulvers) nimmt man vorzugsweise Schweinehäute.

Chagrin. Der ächte orientalische Chagrin (Chagrain, Saghir, Sagri, Sagre) ist eine Art schwach gegerbtes Pergament, dessen eine Seite körnig oder mit kleinen rundlichen Knötchen bedeckt ist; es wird in Persien, in der Türkei, in Astrachan und in den Donaufürstenthümern aus Pferdehäuten und den Häuten der wilden Esel hergestellt und zwar nicht aus den ganzen Häuten, sondern nur aus dem hinteren Streif auf dem Rücken, gleich über dem Schwanze, welcher in Form einer Sichel nach der Quere über den Hüften des Thieres entlang herausgeschnitten wird. Behufs der Fabrikation des Chagrins werden die Häute in Wasser geweicht, bis die Epidermis sich löst und die Haare abgenommen werden können. Die mit Hülfe eines dem Schlichtmond ähnlichen Werkzeuges enthaarten Häute werden von Neuem in Wasser eingeweicht, um eine Schwellung hervorzubringen, dann auf der Fleischseite gereinigt, und hierauf die Fleischseite und die Narbenseite so weit abgeschabt, dass das Corium, welches zurückbleibt, einer feuchten Blase ähnlich erscheint. Die so weit vorbereiteten Blössen werden, um die Erhabenheiten auf ihnen hervorzubringen, welche das Charakteristische des Chagrins bilden, in Rahmen eingespannt, und dann Allabuta (schwarze harte Samenkörner der wilden Melde, *Chenopodium album*) auf die Narbenseite gestreut und in die Haut entweder mit den Füssen eingetreten oder eingepresst. Sind die Häute trocken und spröde geworden, so werden sie aus den Rahmen genommen und die Samenkörner durch Schütteln abgesondert. Die Häute erscheinen nun mit Vertiefungen bedeckt. Sie werden dann mit Schabemessern völlig geebnet und darauf geschwellt, gegerbt und gefärbt. Da alle eingedrückten Stellen sich beim Schwellen wieder ausdehnen und erheben, so entstehen dadurch die gewünschten Knötchen. Die Gerbung geschieht entweder mit Lohe oder mit Alaun, daher mancher Chagrin eine Art weissgares Leder ist. Man findet die Chagrinhäute im Handel von allen Farben, doch meist grün, welche Farbe dem Chagrin durch Kupfersalze ertheilt wird. Nach dem Färben werden die Häute mit geschmolzenem Hammeltalg getränkt.

Die Fischhaut oder Fischhautchagrin kommt von verschiedenen Arten der Haifische (*Squalus canicula*, *S. catulus*, *S. centrina*), Rochen u. s. w. Die Haut dieser Fische ist nicht mit Schuppen, sondern mit harten Stacheln besetzt. Sobald die Häute von den Thieren abgezogen worden sind, spannt man dieselben straff auf, um sie zu trocknen und bringt sie entweder sofort in den Handel oder schleift vorher die Stacheln mit Sandstein ab. Man benutzte die blos getrocknete und noch mit den Stacheln versehene Fischhaut früher häufig zum Schleifen des Holzes. Jetzt giebt man zu diesem Zwecke dem Bimsstein

und dem Sandpapier den Vorzug. Die von den Stacheln befreiten und gefärbten Häute dienen zu Etuis für Fernröhre, Brillen u. s. w.

Die Leimfabrikation.

Allgemeines. In dem Organismus aller höheren Thiere finden sich gewisse Gebilde, welche sich durch die Eigenschaft auszeichnen, in kaltem wie in heissem Wasser unlöslich zu sein, durch fortgesetztes Kochen aber eine wesentliche Veränderung zu erleiden, in deren Folge sie sich lösen und beim Verdampfen der Lösung eine gelatinirende klebrige Masse (die Gallerte), beim vollständigen Austrocknen, je nach dem Grade der Reinheit der Gebilde, einen durchscheinenden oder durchsichtigen und spröden, in reinem Zustande geschmack-, geruch- und farblosen Körper zu liefern, welcher mit kaltem Wasser zusammengebracht, darin aufquillt und beim Kochen mit Wasser sich unverändert löst. Dieses Umwandelungsprodukt der (sogenannten leimgebenden) Gebilde ist der zum Zusammenfügen der Holzarbeiten, zur Aufhebung der Capillarität des Handpapiers, als Klärmittel, als Kitt in der Technik so vielfach angewendete Leim. Die leimgebenden Stoffe kommen durchgängig organisirt im Thierkörper vor, in der Regel mit anderen organischen Verbindungen innig gemengt. Man rechnet zu ihnen das Bindegewebe, die Haut, Sehnen, die Ringsfaserhaut der Lymphgefässe und Venen, die Knochensubstanz (Osseïn), das Hirschhorn, den Knorpel, die Schwimmblase mancher Fische, die Fischschuppen etc. Der aus den verschiedenen leimliefernden Stoffen gewonnene Leim zeigt, je nach seinem Ursprunge, in gewisser Hinsicht einige Unterschiede; namentlich hat man in chemischer Beziehung zwei verschiedene Leimarten zu unterscheiden, nämlich den Knochen- oder Hautleim (Glutin) und den Knorpelleim (Chondrin). In technologischer Hinsicht hat man auf diese Eintheilung nur so weit Rücksicht zu nehmen, als man die Knorpel (Rippen- und Gelenkknorpel) von der Leimfabrikation so viel als möglich ausschliesst, da die Erfahrung gelehrt hat, dass das Glutin dem Chondrin an Klebvermögen weit voranzustellen ist.

Durch das Auflösen der leimgebenden Gebilde erhält man, wie bereits bemerkt, die Gallerte, deren Lösung jedoch ohne namhafte Klebkraft ist. Letztere Eigenschaft entsteht erst durch das Trocknen, durch welche die Gallerte in Leim übergeführt wird. Man hat folglich in der Leimfabrikation zu unterscheiden, die leimgebenden Substanzen, die daraus erhaltene Gallerte und den durch Eintrocknen derselben erhaltenen Leim. Die zur Gallertbildung erforderliche Temperatur ist nicht bei allen leimliefernden Gebilden die nämliche. Auch ist die Consistenz der aus gleich starken Lösungen erhaltenen Gallerte eine verschiedene je nach dem Alter der angewendeten Gewebe.

Der Leim löst sich beim Kochen in Wasser leicht zu einer Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer Gallerte gesteht. Wasser, das noch 1 pCt. Leim enthält, gelatinirt noch beim Erkalten. Durch häufig wiederholtes Erwärmen und Erkalten oder längere Zeit fortgesetztes Kochen verliert der Leim die Eigenschaft zu gelatiniren. Essigsäure und verdünnte Salpetersäure verhindern das Gelatiniren der Leimlösung. Alaunlösung fällt den Leim erst nach Zusatz von Kali oder Natron; der Niederschlag besteht aus Leim und basisch schwefelsaurer Thonerde. Von Wichtigkeit ist seine Verbindung mit Gerbsäure, die in Wasser fast unlöslich ist; diese Verbindung ist constant zusammengesetzt und eignet sich als Mittel zur Bestimmung des Tannins.

Die Leimfabrikation liefert dreierlei Arten von Leim zu Tage, nämlich

a) den sogenannten Haut- oder Lederleim aus Haut, Sehnen und dergl.;
b) den Knochenleim aus Knochen;
c) den Fischleim aus der Schwimmblase gewisser Fische.

An diese Leimsorten schliessen sich die in jüngster Zeit aufgetauchten Arten Leim, der Kleberleim und der Eiweissleim an.

Lederleim. Der Haut- oder Lederleim. Die thierischen Stoffe, das Leimgut oder das Leimleder, aus denen der Fabrikant Leim darstellt, sind gewöhnlich Abfälle, so die Abfälle der Gerberei, alte Handschuhe, Kaninchen- und Hasenfelle, die vom Hutmacher von den Haaren befreit wurden, ferner Katzen- und Hundefelle, Ochsenfüsse, Pergamentabschnitzel, Suronen (Felle, die für viele südamerikanische Droguen wie z. B. Indig als Verpackung dienen), Flechsen, Gedärme, Lederabfälle der Schuhmacher, Sattler, Riemer und dergl. (welche letztere, als lohgares Leder, jedoch nur unter gewissen Verhältnissen zur Leimfabrikation Anwendung finden können).

Im Allgemeinen rechnet der Leimfabrikant von feuchtem und aus den verschiedensten Abfällen bestehenden Leimgut auf eine Ausbeute von 25 pCt. Den Vorzug giebt er dem Abfall aus den Alaungerbereien und Handschuhfabriken, indem dieselben gereinigt und durch Kalk in einen aufbewahrungsfähigen Zustand versetzt, dem Leimsieder dargeboten werden. Alles übrige Leimgut muss vor seiner Verarbeitung gereinigt werden. Die Verarbeitung des rohen Leimleders auf Leim zerfällt in folgende vier Operationen:

1) das Kalken des Leimgutes,
2) das Versieden desselben,
3) das Formen der Gallerte,
4) das Eintrocknen derselben zu Leim.

Kalken des Leimgutes. I. Das Kalken des Leimgutes hat zum Zweck die Reinigung der Abfälle und der Erreichung grösserer Haltbarkeit. Zu dem Ende behandelt man das Leimgut in den Kalkäschern, d. h. in grossen Gruben oder Behältnissen mit dünner Kalkmilch 15—20 Tage lang, wobei man die Kalkmilch öfters erneuert. Durch diese Operation werden die dem Leimgute adhärirenden Blut- und Fleischtheile gelöst und die Fettsubstanzen verseift. Nachdem dies geschehen, muss der anhängende Kalk entfernt werden. Zu diesem Behufe schliesst man das gekalkte Leimgut in Netze oder Weidengeflechte ein, die man in fliessendes Wasser oder in einen Brunnen hängt und der Einwirkung des Wassers mehrere Tage lang ausgesetzt lässt. Das gewaschene Gut breitet man an der freien Luft aus, um es zu trocknen und den Aetzkalk in Carbonat überzuführen. Sind die Materialien genügend getrocknet, so verpackt man sie und versendet sie an die Leimfabrikanten. In der Leimsiederei wird das getrocknete Leimgut vor dem Versieden nochmals in schwacher Kalkmilch macerirt und dann ausgewaschen.

Nach Fleck erscheint es zweckmässiger, an die Stelle der Kalkmilch schwache Aetzlauge treten zu lassen (auf 750 bis 1000 Kilogr. Leimgut sei eine Lauge aus 5 Kilogr. calcinirter Soda und 7,5 Kilogr. Aetzkalk ausreichend). An Orten, wo Rothgerberei und Leimsiederei in einer Fabrik betrieben werden, macerirt man im Kalkäscher behandeltes Leimgut einige Stunden mit alter Lohbrühe; der Säuregehalt derselben von Milchsäure, Buttersäure und Propionsäure herrührend, trägt zur Entfernung des Kalkes aus dem Leimgut bei; es bildet sich ferner auf der Oberfläche des Leimleders eine dünne Schicht von Leimtannat, das beim Versieden als Schaum an der Oberfläche der Flüssigkeit sich abscheidet und als Klärmittel wirkt.

Versieden des Leimgutes. II. Das Versieden des Leimgutes geschieht entweder auf gewöhnliche Weise in Siedekesseln oder durch fractionirtes Sieden oder endlich durch Anwendung von Dampf. Die Art und Weise des Leimkochens influirt auf die Qualität des zu erzielenden Leimes, was darin begründet ist, dass die Ueberführung des Leimgutes in Leim oder vielmehr in Gallerte unter dem Einflusse siedenden Wassers nur sehr langsam und nach und nach erfolgt; die zuerst entstandenen Portionen Gallerte bleiben aber der Einwirkung der Siedehitze ausgesetzt, bis alles Leimgut vollständig gelöst ist, in dieser Zeit erleidet sie jedoch wesentliche Veränderungen, namentlich verliert sie ihre Fähigkeit zu gelatiniren und bildet einen

Leim von schwächerem Klebevermögen und weit dunklerer Farbe, welche letztere indessen häufig, allerdings mit Unrecht, als ein Kennzeichen eines vorzüglichen Leimes angesehen wird. Ein rationelles Verfahren der Leimfabrikation würde mithin eine sofortige Trennung des gelösten Leimes von dem noch ungelösten Leimgute erheischen. Nach dem älteren Verfahren bringt man das Leimgut mit der erforderlichen Wassermenge in den Kessel und lässt so lange sieden, bis das Leimgut geschmolzen ist. Die Kessel sind mit Hähnen zum Ablassen der Leimlösung versehen. Es ist selbstverständlich, dass das Leimgut den Boden nicht berühren darf, wo es unfehlbar verbrennen würde. Man bringt daher in den Kessel ein Drahtsieb oder Weidengeflecht, das man zunächst mit einer Lage Stroh bedeckt und auf dasselbe das Leimgut schichtet, bis der innere Kesselraum damit erfüllt ist. Nachdem das Leimgut mit weichem Wasser übergossen worden ist, dass die Flüssigkeit nach beendigter Lösung des Leimgutes die zum Gelatiniren erforderliche Consistenz besitzt, beginnt man mit der Heizung. Das Leimgut vergrössert sein Volumen, wird durchscheinend und schmilzt nach und nach. Sobald alles Leimgut in der Flüssigkeit zusammengegangen, bildet sich auf der Flüssigkeit Schaum, der mittelst einer Schaumkelle beseitigt wird. Zu der Lösung setzt man nun die Abgänge von fertigem Leim früherer Operationen und feuert so lange fort, bis die Lösung Probe hält. Die Probe wird auf folgende Weise ausgeführt: Man setzt eine mit der heissen Leimlösung gefüllte halbe Eierschale auf kaltes Wasser, gesteht die Lösung nach einiger Zeit zu einer ziemlich consistenten Gallerte, so ist das Versieden beendigt und die Flüssigkeit wird mittelst des Hahnes und eines Ablassrohres durch einen mit Stroh belegten Spankorb filtrirt und in die Decantirgefässe — Leimkufen — gebracht, in denen sie durch Absitzenlassen geklärt und hierauf in die Formen gelassen wird. Damit die Gallertlösung während des Decantirens flüssig bleibe, sind die Kufen — gewöhnlich hölzerne, inwendig mit Bleiblech überkleidete Bottiche — aussen mit schlechten Wärmeleitern (Sägespänen, Häcksel) umgeben.

In einigen Fabriken bedient man sich zum Decantiren eines tiefen, engen Kessels mit einer der Art eingerichteten Feuerung, dass nur der obere Theil der Wände, nicht aber der Boden und der untere Theil der Wände geheizt wird. Leimkufe und Decantirkessel werden vorgewärmt, ehe man die Leimlösung zulaufen lässt. Behufs der Klärung rührt man eine kleine Menge fein gepulverten Alauns (0,75—1,5 pro Mille der Flüssigkeitsmenge) in die Flüssigkeit und lässt sie eine Nacht hindurch ruhig stehen. Durch den Alaun wird der in dem Leim enthaltene Kalk zum grossen Theile als Gyps unlöslich ausgeschieden, eben so werden auch organische Substanzen gefällt, welche den Leim verunreinigen würden. Der Alaunzusatz hat den Nutzen, dass er die Gallerte während des Eintrocknens zu Leim vor Fäulniss bewahrt, auf der anderen Seite aber den Nachtheil, dass er das Klebvermögen des Leimes verringert. Ohne Zweifel wird der Alaun durch andere minder schädliche Mittel ersetzt werden können, der Kalk lässt sich vielleicht entfernen durch Oxalsäure, deren gegenwärtiger Preis eine technische Anwendung möglich macht, und die organischen Körper, die aus der Leimlösung zu entfernen sind, können durch Zusatz geringer Mengen von Adstringentien während des Kochens mit dem Schaum entfernt werden. Eine Abkochung von Eichenrinde oder besser noch von Hopfen haben bei Versuchen im Kleinen treffliche Dienste geleistet.

Fractionirtes Sieden.

Wenn man beim Leimsieden die zweckmässigere Methode des fractionirten Siedens anwendet, wobei man das zu lange Verweilen des Leimes in höherer Temperatur umgeht, so bringt man eine weit geringere Quantität Wasser, als zum Lösen der Totalmenge des gleichzeitig verwendeten Leimgutes erforderlich ist, in den Kessel und beginnt zu heizen. Sobald die Dampfbildung anfängt, wird der Kessel mit einem gut schliessenden Deckel bedeckt, damit die Dämpfe auf die vom Wasser nicht bedeckten Theile des Leimgutes einwirken und dieselben in Leim überführen. Sobald das Wasser nach $1^1/_2$—2stündigem Kochen

hinreichend Leim aufgenommen hat, schöpft man die Lösung von dem Leimgute ab, giesst neuerdings Wasser zu und wiederholt das Abschöpfen und Zugiessen mehrmals, bis die letzte Abkochung eine nicht mehr gelatinirende Leimlösung liefert, welche zum Auflösen neuer Mengen Leimgut verwendet wird. Die verschiedenen Abkochungen werden mit Ausnahme der letzten, entweder in dem nämlichen Decantirgefäss gemischt und geklärt, oder, was vorzuziehen ist, jede Abkochung für sich verarbeitet, wodurch man also verschiedene Leimsorten erhält, die Erfahrung hat nämlich gelehrt, dass der aus dem ersten Aufguss erhaltene Leim ein viel grösseres Klebevermögen besitzt, als die letzten Abkochungen. Zuweilen wendet man zum Schmelzen des Leimgutes Kessel an, welche den Bäuchapparaten ähnlich sind; die Kessel sind nämlich mit einem durchlöcherten Metallboden als Einsatzboden versehen, in dessen Mitte ein Rohr bis reichlich zu $^2/_3$ der Höhe des Kessels emporsteigt. Das Leimgut liegt auf dem Einsatzboden. Sobald die Dämpfe während des Kochens sich schneller bilden, als sie durch das Leimgut entweichen können, drücken sie die Lösung in dem Rohre in die Höhe, so dass dieselbe ununterbrochen über das Leimgut strömt und die Schmelzung wesentlich befördert.

Das rationellste Verfahren des Leimsiedens besteht sicher in der Anwendung von Dampf, wobei man Hochdruckdämpfe mitten in das Leimgut strömen lässt. Hierbei bewirkt man in der kürzesten Zeit eine Schmelzung und erhält nur höchst concentrirte Lösungen, die sich in dem unteren Theil des Bottichs, in dem man das Schmelzen des Gutes vornimmt, ansammeln und somit der nachtheiligen Einwirkung der Hitze entrückt sind. In neuerer Zeit kommt der „Dampfleim“ im Handel häufiger vor als früher. Es ist wiederholt die Ansicht ausgesprochen worden, dass es vortheilhaft sei, den Leim erst bei beginnender Fäulniss des Leimgutes zu bereiten, nachdem man das letztere mit Chlor oder mit schwefliger Säure desinficirt habe. Es soll dadurch ein hellerer Leim erhalten werden. Ob diese Ansicht begründet ist, wollen wir dahingestellt sein lassen.

Formen. III. Das Formen der Gallerte. Sobald die Lösung der Gallerte in den Leimkufen hinreichend geklärt und etwas abgekühlt ist, schreitet man zum Giessen derselben in Formen, in welchen sie zu Blöcken aus Gallerte erstarrt, welche zu Leimtafeln zerschnitten und getrocknet werden.

Die Formen — die Leimtröge — in welche man die Leimlösung durch einen Metallseiher laufen lässt, sind von Fichten- oder Tannenholz, oben sind sie gewöhnlich etwas breiter, damit der Gallertblock leicht herausgenommen werden kann. Am Boden der Form befindet sich eine Reihe von Einschnitten, deren Entfernung von einander der Breite einer Leimtafel entspricht. Die Formen werden vor dem Gebrauch rein ausgewaschen und entweder feucht gelassen, oder getrocknet und dann eingeölt oder mit Unschlitt bestrichen, damit die sich bildende Gallerte der Wand nicht adhärire. Neuerdings hat man die Holzformen durch Formen aus Zink- oder Eisenblech zu ersetzen gesucht. Nachdem die Formen vollkommen horizontal gestellt worden sind, füllt man sie bis an den Rand mit der noch lauwarmen Leimlösung an und überlässt sie dann sich selbst. Ist der Gallertblock gehörig gebildet, so macht man denselben von den Wänden der Form los, worauf man die Form auf einer benetzten Platte umstürzt und dann aufhebt. Der auf der Platte zurückbleibende Block wird zunächst durch horizontale Schnitte in Tafeln zertheilt, die der Dicke einer Leimtafel entsprechen; die Tafeln werden hierauf vertikal in einzelne Tafelbreiten zerschnitten. Das Zerschneiden in horizontale Tafeln geschieht entweder mit Hülfe eines Klaviersaitendrahtes, der nach Art eines Sägeblattes in einen Rahmen gespannt ist, oder mittelst mehrerer Drähte, die in gleichen Entfernungen horizontal aufgespannt sind, unter welchen ein auf Leisten oder Rollen verschiebbarer Schlitten hin und her bewegt werden kann. Wird der Schlitten mit dem darauf liegenden Gallertblock durch den Rahmen geschoben, so wird die Gallerte in Tafeln zerschnitten.

Trocknen des Leimes. IV. Das Trocknen des Leimes geschieht auf aus Bindfaden gefertigten Netzen, welche in Rahmen ausgespannt, auf luftigen Trockenböden der Sonne und der Luft ausgesetzt werden. Das Trocknen ist eine der schwierigsten Operationen in der Leimfabrikation, da die Temperatur der Luft und der hygro-

metrische Zustand derselben auf das Produkt, namentlich während der ersten Tage, von wesentlichem Einflusse sind. Die Gallerte nämlich, die durch das Trocknen in Leim verwandelt werden soll, ist nur fest, so lange die Temperatur 20° nicht weit übersteigt; bei höherer Temperatur zerfliesst sie und erweicht wenigstens in der Weise, dass der Leim durch die Maschen des Netzes dringt und so kräftig die Fäden adhärirt, dass man diese in siedendes Wasser bringen muss, um den Leim von den Netzen zu entfernen. Ist die Luft zu trocken, so werden die Tafeln, in Folge unregelmässigen Zusammenziehens krumm und rissig. Frostkälte verursacht ein Zerspringen der Tafeln und der Fabrikant muss fast immer zum Umschmelzen des Leimes sich entschliessen. Bei feuchter Witterung trocknet der Leim nicht, während der heissen Jahreszeit ist ausserdem, namentlich bei Gewittern, ein totales Verderben des Leimes zu befürchten. Es folgt daraus, dass eigentlich nur trockne Frühjahr- und Herbsttage zum Trocknen des Leims sich eignen. Oft schon haben die Leimfabrikanten es versucht, durch künstliche Wärme nachzuhelfen, aber meist ohne Erfolg, weil der geringste Wärmeüberschuss die Gallerte schmolz und man es gewöhnlich übersah, zu gleicher Zeit mit der Anwendung der Wärme den erforderlichen Luftwechsel eintreten zu lassen.

Die Trockenräume, deren man sich in neuerer Zeit in den grösseren Leimfabriken zum Trocknen des Leims bedient, sind grosse, mit Holztäfelung versehene Säle, die den abziehenden Dämpfen durch eine dem Dampfgenerator zugeneigte Röhrenleitung, die durch die unteren Räume des Trockensaales und an den Wänden circulirt, den Durchgang gestatten in der Weise, dass das Condensationswasser nach dem Dampfkessel abfliessen kann. An dem Boden befinden sich Luftzüge, die durch Schieber oder Klappen geöffnet oder geschlossen werden können, in der Decke oder dem Gesimse der Trockenräume Oeffnungen, durch welche die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft entweichen kann. Die Horden mit den Leimtafeln befinden sich auf dicht übereinander liegenden Lattengerüsten. Die unteren Horden trocknen am schnellsten aus, so dass nach Verlauf von 18--24 Stunden die oberen an die Stelle der unteren gebracht werden können. Mit der steigenden Lufttemperatur wird die Heizung ermässigt und endlich bei einer äusseren Temperatur von 15—20° unterbrochen. Die geeignetste Lage der Trockenräume ist die Nordseite. Die darin so weit als möglich ausgetrockneten Leimtafeln werden zuletzt gewöhnlich noch in einer stark geheizten Trockenstube auf den erforderlichen Grad der Härte gebracht. Den trocknen Tafeln pflegt man schliesslich dadurch Glanz zu geben, dass man dieselben in heisses Wasser taucht, mit einer benetzten Bürste abbürstet und dann von Neuem trocknet.

Knochenleim. Der Knochenleim, welcher aus dem Knochenknorpel entsteht, der fast den dritten Theil (32,17 pCt.) vom Gewicht der Knochen ausmacht, kann aus den Knochen durch Behandlung derselben mit Salzsäure und darauf folgendes Schmelzen, oder durch Hochdruckdämpfe gewonnen werden. Die Darstellung des Knochenleimes mittels Salzsäure ist das gewöhnliche Verfahren. Am vortheilhaftesten ist es, wenn man die Knochenleimfabrikation mit der von Salmiak und Phosphor combinirt.

Die Darstellung des Knochenleimes zerfällt in

I. die Entfettung der Knochen,
II. deren Behandlung mit Salzsäure,
III. die Ueberführung des Rückstandes in Leim.

I. *Die Entfettung der Knochen* geschieht durch Auskochen derselben in einem eisernen oder kupfernen Kessel. Das Knochenfett begiebt sich auf die Oberfläche und kann abgeschöpft werden. Um an Brennstoff möglichst zu sparen, nimmt man die ausgekochten Knochen durch Rechen aus der heissen Flüssigkeit, und ersetzt sie durch frische Knochen, bis die Abkochung gallertartig wird. Letztere wird als Viehfutter oder als Dünger verwendet. Es ist auch vorgeschlagen worden, die Knochen mit Hülfe von Schwefelkohlenstoff zu entfetten.

II. *Die Extraction der entfetteten Knochen mittelst Salzsäure.* Nach der Entfettung und dem Abtropfenlassen bringt man die Knochen in Körbe und letztere in hölzerne Stand-

gefässe, welche so hoch sind, dass die Körbe bis zur Hälfte der Höhe in dieselben einragen, hängt letztere an Stäbe oder Querbalken und setzt die Knochen der Einwirkung einer auf 7° B. (= 1,05 spec. Gew. = 10,6 pCt. ClH) gebrachten Salzsäure aus. Auf 10 Kilogr. zu extrahirende Knochen rechnet man 40 Liter Salzsäure von der angegebenen Stärke. In der Säure lässt man die Knochen bis zu ihrer völligen Erweichung, was man daran erkennt, dass die Knochen durchscheinend geworden sind und nach allen Richtungen hin gebogen werden können; hierauf werden sie herausgenommen und nach dem Abtropfenlassen in fliessendes Wasser gebracht, hierauf in ein Gefäss mit Kalkwasser mehreremal eingetaucht und nochmals gewaschen. Nach dieser letzten Behandlung sind die Knochen zum Versieden genügend vorbereitet.

III. *Die Ueberführung des Rückstandes in Leim.* Die vollkommen oder nur theilweise getrocknete Knochensubstanz (der Knorpel) wird in eine hohe, nach oben etwas weitere Stande gefüllt, welche einen oder mehrere Senkböden enthält, mit einem gutschliessenden Deckel und am Boden mit einer Ablassöffnung versehen ist. Die Knochensubstanz wird auf dem aus einem Lattengitter bestehenden Senkboden ausgebreitet. Durch eine passende Oeffnung im Deckel wird aus einem einfachen Destillirkessel (einer Branntweinblase) Wasserdampf in die Stande geleitet. Kurze Zeit nach dem Einströmen des Dampfes läuft ein Strom flüssiger Gallerte aus dem Ablassrohre, die gewöhnlich so concentrirt ist, dass sie sogleich in den Kästen ausgegossen werden kann, worin sie zu den Blöcken erstarrt, aus denen die Leimtafeln geschnitten werden. Kommt nach einigen Stunden dünnere Gallerte, so öffnet man die Stande und bringt die aufgequollenen Leimklumpen mit der nicht genügend concentrirten Gallerte in einen kupfernen Kessel, um unter Kochen und Umrühren vollends aufzulösen. Nachdem die Flüssigkeit die gehörige Consistenz erreicht, giesst man sie in die Formen und verfährt übrigens wie bei der gewöhnlichen Methode der Darstellung von Leim. Das in dem Knorpel in kleiner Menge noch zurückgebliebene Kalkphosphat giebt dem Knochenleim ein milchiges Ansehen, das häufig noch durch Zusatz von Barytweiss, Zinkweiss, Bleiweiss, Kreide oder Thon vermehrt wird. Der Knochenleim bricht sich unter dem Namen Patentleim immer mehr Bahn.

Flüssiger Leim.

Flüssiger Leim. Wenn man Leim mit einem gleichen Gewicht Wasser und einer kleinen Menge Salpetersäure behandelt, so erhält man eine Lösung, die noch alle Klebkraft des angewendeten Leimes besitzt, aber die Eigenschaft zu gelatiniren eingebüsst hat. Auf diesem Verfahren beruht die Darstellung des flüssigen Leimes, der sich bereits allgemein in Deutschland eingebürgert hat.

Nach Dumoulin's Vorschrift löst man 1 Kilogr. Kölner Leim in 1 Liter Wasser und setzt zu der Lösung nach und nach 0,2 Kilogr. Salpetersäure von 36° B. hinzu. Nachdem die stürmische Entwickelung von salpetrigen Dämpfen vorüber ist, lässt man die Flüssigkeit erkalten. Einen noch vorzüglicheren flüssigen Leim, als der ist, welchen man bei Behandlung festen Leimes mit Salpetersäure erhält, gewinnt man, indem man wasserhelle sogenannte Gelatine oder guten Kölner Leim im Wasserbade mit einer gleichen Quantität starkem Essig, ein Viertheil Alkohol und ein klein wenig Alaun auflöst. Unter dem Einflusse des Essigs behält dieser Leim auch in kaltem Zustande seine Flüssigkeit bei. Er ist sehr bequem bei einer grossen Anzahl kleiner Arbeiten, die keinen sehr guten Klebstoff erheischen, denn er ist stets für den Gebrauch bereit und hält sich unbegrenzt lange. Die Fabrikanten falscher Perlen brauchen ihn in grosser Menge, ferner dient derselbe zum Festkitten von Perlmutter, Horn etc. in Holz und Metall.

Leimprobe.

Prüfung der Güte des Leimes. Der Leim lässt sich auf seine Güte zwar am zuverlässigsten durch einen versuchsweisen Gebrauch prüfen, doch zeigt er schon von Aussen gewisse Eigenschaften, nach denen approximativ sein Werth beurtheilt werden kann. Man verlangt von einem guten Leim, dass er gleichmässig hellbraun oder bräunlichgelb sei, keine Flecken zeige, glänzend, wenn kein Zusatz von Mineralsubstanzen stattgefunden, klar, durchscheinend, spröde und hart sei, an der Luft trocken bleibe, beim Biegen kurz abbreche, einen glasartig glänzenden Bruch gebe, in kaltes Wasser gelegt, selbst nach 48stündiger Digestion, nur aufquelle, aber nicht zerfliesse. Ein splittriger Bruch deutet auf unvollkommen geschmolzene sehnige Theile. Die Bindekraft und Zähigkeit des Leimes sucht man

oft durch Zusatz von erdigen Pulvern zu erhöhen. Dies ist z. B. bei dem russischen Leim der Fall, welcher seine undurchsichtige weisse Farbe einem Zusatz von Bleiweiss, Bleisulfat, Zinkweiss oder Kreide verdankt, welche in der Menge von 4 — 8 pCt. dem Leime zugesetzt werden. Neuerdings dient häufig das Barytweiss als Zusatz. Auch mit chromsaurem Bleioxyd versetzter gelber Leim kommt im Handel vor.

Sehr häufig finden sich Leimsorten, die von völlig gleichen äusseren Eigenschaften, trotzdem bei ihrer Anwendung einen ganz verschiedenen Grad von Bindevermögen kundgeben. Es sind deshalb von verschiedenen Technikern Leimprüfungsmethoden vorgeschlagen worden, die theils auf chemischen, theils auf physikalischen Eigenschaften beruhen.

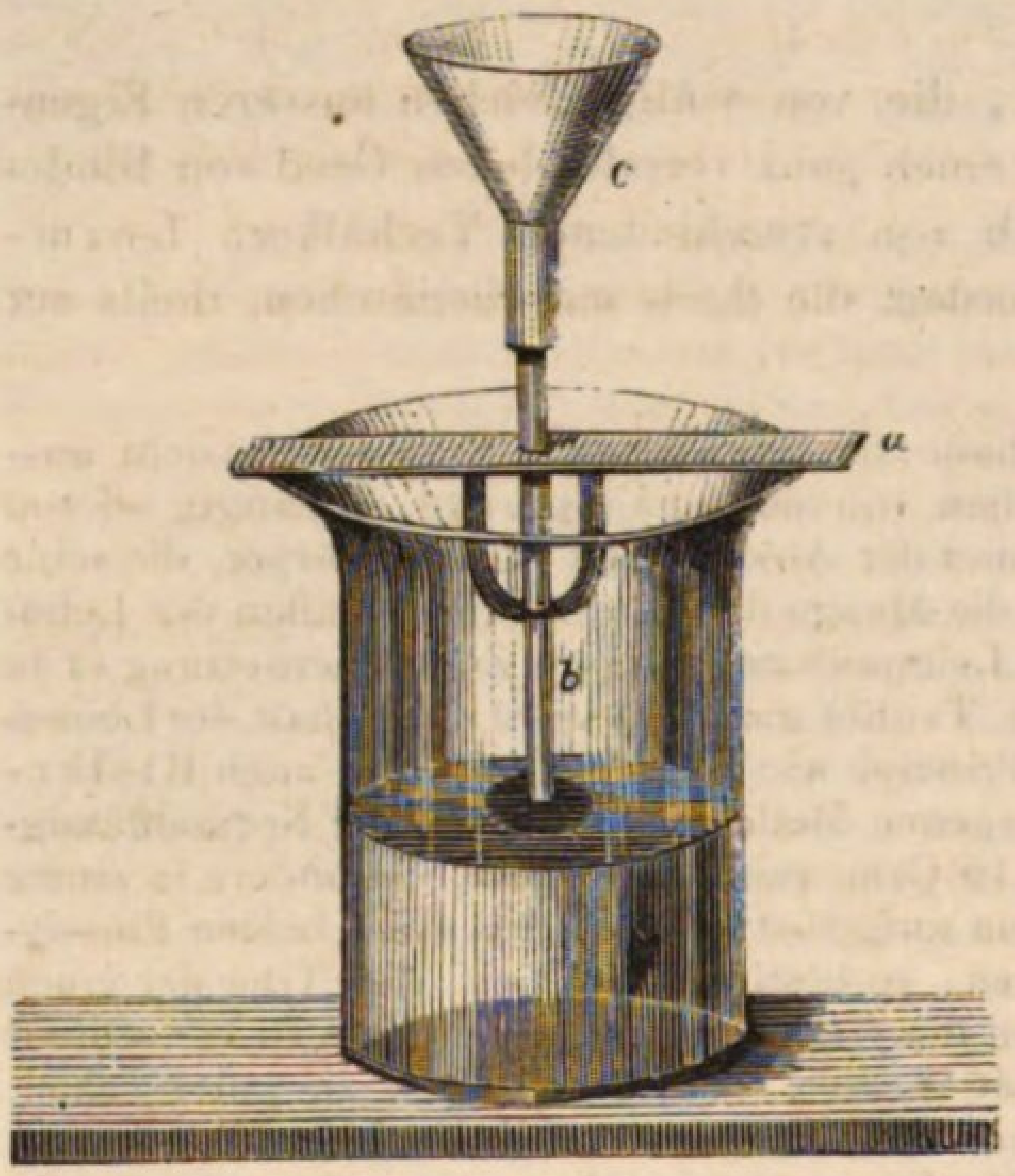
I. *Chemische Prüfungsmethoden.* Methode von Graeger. Von der Ansicht ausgehend, dass die Güte eines Leimes, abgesehen von dessen Ursprunge, abhängig sei von seinem Gehalte an Leimsubstanz oder Glutin und der Abwesenheit fremder Körper, die seine Bindekraft schwächen, bestimmte Graeger die Menge des Glutins durch Fällen der Leimlösung mit Tannin. Aus dem Gewichte des Leimtannates (dessen Zusammensetzung er in 100 Theilen zu 42,74 Th. Glutin und 57,26 Th. Tannin annahm) ward der Gehalt des Leimes an reinem Glutin berechnet. Nach demselben Principe wie Graeger verfährt auch Risler-Beurat. Nach der von letzterem vorgeschlagenen Methode stellt man zwei Normalflüssigkeiten dar, von denen die eine in einem Liter 10 Grm. reine Gerbsäure, die andere in einem Liter 10 Grm. Hausenblase und 20 Grm. Alaun aufgelöst enthält. Da diese beiden Flüssigkeiten sich nicht zu gleichen Volumen sättigen, so bestimmt der Verf. den Titer der einen im Verhältniss zur andern, und verdünnt dann die Gerbsäurelösung, welche zu concentrirt ist, mit der hiernach erforderlichen Quantität Wasser. Um einen Leim zu untersuchen, löst man nach dem Verf. 10 Grm. desselben mit 20 Grm. Alaun in einem Liter Wasser auf, indem man die Mischung nöthigenfalls zum Kochen erhitzt. Man nimmt dann 10 Cubikcentim. der Gerbsäurelösung und giesst unmittelbar 10 Cubikcentim. der Leimlösung hinzu, da man sicher sein kann, dass dies nicht genug ist, weil kein im Handel vorkommender Leim die Reinheit der Hausenblase hat. Man schüttelt die Mischung stark, fügt, wenn der Niederschlag sich nach einigen Minuten abgesetzt hat, wieder 1 Cubikcentim. Leimlösung hinzu und filtrirt durch ein kleines nassgemachtes Kattunfilter. Wenn ein Tropfen Leimlösung in der Flüssigkeit noch eine Trübung hervorbringt, setzt man abermals 1 Cubikcentim. derselben zu und filtrirt dann wieder durch dasselbe Filter, worauf man wieder mit einem Tropfen Leimlösung probirt, und so fort, bis die filtrirte Flüssigkeit durch die Leimlösung nicht mehr getrübt wird.

Dem Verfahren von Graeger und dem von Risler-Beurat ist der Vorwurf zu machen, dass eine Leimlösung mit Gerbsäure nicht so vollständig ausgefällt werden kann, dass das abgedampfte Filtrat nicht beim Erhitzen den eigenthümlichen Leimgeruch gezeigt hätte. Aber die vollständige Fällung des Leimes auch zugestanden, so hat man doch, da die Constitution des Leimes noch nicht bekannt ist und derselbe höchst wahrscheinlich ein gemengter Stoff ist, in der chemischen Leimprobe keine Bürgschaft dafür, dass in der That die Menge der an Tannin gebundenen Substanz in geradem Verhältniss zur Bindekraft des Leimes stehe. Gallerte und Leim sind ganz verschiedene Körper, letzterer hat Bindekraft, welche der ersteren so ziemlich abgeht, und doch werden beide aus Lösungen durch die nämliche Tanninmenge gefällt.

II. *Mechanische Prüfungsmethode.* Verfahren von Schattenmann. Legt man den zu prüfenden Leim längere Zeit in eine grössere Menge Wasser von ungefähr 15° C., so schwillt er beträchtlich an und schluckt eine reichliche Menge Wasser ein, welche das fünf- bis sechzehnfache seines eigenen Gewichtes beträgt. Je consistenter und elastischer der Leim im aufgequollenen Zustande ist, desto grösser ist seine Bindekraft. Je mehr Wasser er absorbirt, desto ausgiebiger ist der Leim. Weidenbusch hat das vorstehende Verfahren geprüft und gefunden, dass es eigentlich nur auf den Knochenleim anwendbar ist, dessen Gallerte auch selbst im Zustande höchster Sättigung mit Wasser eine Festigkeit bewahrt, die kein Lederleim zeigt, so dass man schon durch dieses Verhalten im Stande ist, die Abstammung des Leimes — ob aus Leimgut, ob aus Knochen — zu erkennen. Uebrigens hält die Aufsaugungsfähigkeit keineswegs mit der Flüssigkeit Schritt und geringere Leimsorten nehmen oft mehr Wasser auf als die besseren Sorten. Ein neues Verfahren der Leim-

prüfung hat Lipowitz vorgeschlagen. Er löst 5 Th. des Leims in so viel heissem Wasser auf, dass das Gewicht der Lösung 50 Th. beträgt und lässt diese Lösung bei 18° C. zwölf Stunden lang stehen, damit sie gelatinire. In einem offenen Glase (Fig. 199) von stets gleicher Weite, setzt der Verf. auf den Rand desselben das aus Blech gefertigte Bänkchen *a*, durch dessen Mitte der Draht *b* führt, an dessen unterem Ende ein napfförmig gelegenes Blech mit der convexen Seite nach Aussen gelöthet ist. Der Draht mit dem Blech wiegt 5 Grm. und bewegt sich willig in der Bank *a*. Ein aufzusetzender Trichter *c* wiegt ebenfalls 5 Grm.; in den Trichter kann man bis zu 50 Grm. feine Schrotkörner schütten. Je nach der grösseren Fähigkeit des Leimes, consistentere Gallerte zu bilden, wird auch das Instrument um so mehr beschwert werden müssen, um in die Gallerte einzusinken, woraus sich die Bindekraft des Leimes beurtheilen lässt.

Fig. 199.



Die Leimprobe von Weidenbusch ist im Princip eine Erweiterung der früher von Karmarsch vorgeschlagenen Methode, nach welcher man einfach zwei Stücke Holz zusammenleimte und dann das Gewicht bestimmte, welches zum Zerreissen des Holzes erforderlich war. Die Uebelstände dieser Methode liegen klar zu Tage, da es wol nie gelingen wird, Hölzer von stets gleichbleibender Dichte, Oberfläche, Trockenheit u. dergl. zu finden, und diese selbst für möglich gehalten, so steht es fest, dass die Festigkeit eines guten Leimes grösser als die des Holzes ist, so dass dann leicht Holz von Holz reisst und der Zerreissungswerth für Leim nicht ermittelt wird. Auch wenn Holz von Leim sich trennte, wäre ein Vergleich nicht möglich, sondern nur wo Leim von Leim sich trennt. Eine Substanz, welche der Leim aufnimmt, in ihrer Oberfläche, Dichte u. s. w. aber nicht veränderlich ist, sieht Weidenbusch in dem Gyps (Marienglas), welcher fein gepulvert, gesiebt und bei 120—150° C. entwässert wird. Aus diesem Gypspulver werden Stäbchen gegossen, die zuerst bei gelinder Wärme, dann über Chlorcalcium getrocknet werden, bis sie an Gewicht nicht mehr abnehmen. Die Werthbestimmung des Leims beruht nun darauf, dass, wenn die Gypsstäbchen mit Lösungen verschiedener Leimsorten getränkt werden, verschiedene Belastungen nöthig sind, um sie zu zersprengen, und wenn der Werth, welchen der Gyps allein für sich in Anspruch nimmt, immer derselbe ist, so muss die Differenz stets den Leim treffen. Weidenbusch hat zu dem Ende einen Apparat zusammengesetzt, mit dessen Hülfe durch allmähliche Belastung das Gewicht ermittelt wird, das zum Zerreissen eines solchen Leimstäbchens erforderlich ist. Der Zerreissungswerth (mittelst Quecksilber bestimmt) für ein bei 100° getrocknetes Leimstäbchen beträgt als Mittelzahl 219 Grm. Behufs der Prüfung wird der bei 100° getrocknete Leim abgewogen, über Nacht zum Aufquellen in Wasser gelegt und dann in heissem Wasser gelöst, so dass die Lösung $^1/_{10}$ an Leim enthält. Die Lösung wird mit etwas neutraler Indiglösung gefärbt, um den Ueberzug auf dem Gyps besser erkennbar zu machen und damit 1—2 Minuten lang die Gypsstäbchen in Berührung gebracht, die dann getrocknet werden, bis ihr Gewicht constant bleibt. Hierauf werden sie in dem Apparat durch Einströmenlassen von Quecksilber in denselben gesprengt.

Fischleim.

Der Fischleim. Die innere pulpose und vasculäre Haut der Schwimmblase der Fische aus der Ordnung der Knorpelganoiden, zu denen die Hausen (*Accipenser huso*), der gemeine Stör (*A. sturio*), der Wardick (*A. Güldenstaedti*), und der Sterlet (*A. stellatus*) gehören, kommt im getrockneten Zustande unter dem Namen Hausenblase in dem Handel vor. Die aus den Stören, so wie verwandten Arten, die namentlich im caspischen Meere und den in dasselbe mündenden Flüssen, an den Ufern des schwarzen Meeres und in sibirischen Flüssen vorkommen, gewonnenen Schwimmblasen werden aufgeschnitten, gewaschen, ausge-

spannt und der Sonne ausgesetzt, bei einem gewissen Grade des Trocknens die äussere Muskelhaut, welche beim Kochen mit Wasser keinen Leim bildet, abgezogen, die innere Haut auf verschiedene Weise geformt (Kränze, Lyraform, Blätter), behufs der Bleichung den Dämpfen von brennendem Schwefel ausgesetzt und darauf völlig in der Sonne ausgetrocknet.

Nach den verschiedenen Ländern, in denen die Hausenblase gewonnen wird, unterscheidet man russische (die beste Sorte ist die von Astrachan), nordamerikanische (von *Gadus merlucius*), ostindische (von *Polynemus plebejus*, theils in Blättern, theils in Beuteln als ganze Schwimmblase vorkommend), von der Hudsonsbay (von Störarten herrührend; Zungenhausenblase), brasilianische (wird, wie es scheint, von *Silurus-* und *Pimeladus-*Arten gewonnen und kommt in Pfeifen, Klumpen und Scheiben vor), deutsche Hausenblase (wird in Hamburg aus der Schwimmblase des gemeinen Störes gewonnen). In den Donaufürstenthümern kocht man die Haut, die Blasen, die Gedärme und Magen von Knorpelfischen zu einer steifen Gallerte, schneidet sie in dünne Blätter, welche man trocknet und zusammenrollt, wie die Hausenblase, und als solche in den Handel bringt.

Bei ihrer Anwendung hat man zu unterscheiden zwischen Fischleim und Hausenblase. Ersterer unterscheidet sich, wenn sorgfältig bereitet, in keiner Weise von dem aus Knochen oder Haut dargestellten Leim, die Hausenblase aber, die kein Leim ist, sondern erst durch Kochen in Leim übergeht, besteht aus Fäden, die, wenn man sie in Wasser löst, wol anschwellen, aber nur zum Theil lösen; die aufgequollenen Fäden haben ihre Structur beibehalten, was für die Anwendung der Hauseblase zum Klären von Wein, Bier u. dergl. von Wichtigkeit ist, insofern die Fasertheile gewissermaassen ein zusammenhängendes Netz bilden, in welches sich die niedergeschlagenen und trübenden Theile festsetzen. Es hat sich gezeigt, dass zum Klären mit Hausenblase die Gegenwart der Gerbsäure vortheilhaft ist, da dieselbe ein Zusammenziehen der Hausenblasefäserchen bewirkt, wodurch jede in der zu klärenden Flüssigkeit suspendirte Substanz eingehüllt wird und nur der klaren Flüssigkeit abzulaufen gestattet ist. Die Klärung mit Hausenblase ist demnach eine Art von Filtration, woraus folgt, dass die Hausenblase zu diesem Zweck weder durch Leim noch durch eine heissbereitete Hausenblaselösung ersetzt werden kann. Mit Ausnahme der Anwendung der Hausenblase zum Klären lässt sich dieselbe in allen übrigen Fällen, so in der Appretur der Seidenzeuge zur Darstellung der Gelée in der Kochkunst, bei der Bereitung des englischen Pflasters, von Kitt u. dergl. durch die besseren Knochenleim- oder Gelatinesorten ersetzen.

Seit einigen Jahren bringt der Franzose Rohart unter dem Namen *Ichtyocolle française* ein Surrogat für Hausenblase in den Handel, welches aus Blutfibrin und Tannin erhalten wird.

Leimsurrogate und neue Fabrikate aus Leim.

In der jüngsten Zeit sind drei neue Leimsurrogate aufgetaucht, nämlich 1) der Kleberleim (*colle gluten*), 2) der Eiweissleim (*colle végétale ou albuminoïde*), 3) der Caseïnleim (*colle caséne*). Ersterer ist ein Gemisch von Kleber und gegohrenem Mehl und zeichnet sich durch eine sehr saure Beschaffenheit, jedoch durch geringes Klebevermögen aus. Der Eiweissleim ist ein durch angehende Fäulniss veränderter Kleber. Zu seiner Darstellung wäscht man den auf gewöhnliche Weise erhaltenen Kleber mehrere Male mit Wasser, und setzt ihn einer constanten Temperatur von 15—25° C. aus.

Unter diesen Umständen geräth der Kleber in Gährung, welche sich dadurch zu erkennen giebt, dass er bis zu einem gewissen Grade flüssig wird. Wenn dies soweit eingetreten ist, dass man leicht den Finger hindurch führen und ihn damit zertheilen kann, ist die Umwandlung beendet. Man giesst den flüssig gewordenen Kleber dann in Formen, welche den Leimformen ähnlich sind, und bringt diese Formen in einen auf 25—30° erwärmten Raum; nach 24—48 Stunden sind die oberen Schichten hart geworden; man nimmt dann die Täfelchen heraus, breitet sie, die hart gewordene Seite nach unten, auf Leinwand oder Drahtgewebe aus; bringt sie mit demselben wieder in den Trockenraum und lässt sie vollständig austrocknen, was in 4—5 Tagen stattfindet. Der so dargestellte Eiweissleim kann nun beliebig aufbewahrt oder versendet werden. Die Auflösung in dem doppelten Gewicht Wasser ist die normale Flüssigkeit; man verdünnt sie mehr oder weniger, je nach der Anwendung, welche man davon machen will. Man kann den Eiweissleim zu folgenden Zwecken benutzen: 1) zum Leimen des Holzes statt des gewöhnlichen Leims. 2) Zum Kitten von

Steingut, Porcellan, Glas, Perlmutter etc. 3) Zum Zusammenkleben von Leder, Papier, Pappe etc. 4) Als Schlichte in der Weberei. 5) Zum Klären von Flüssigkeiten. 6) Zur Appretur und zum Waschen von Faserstoffen, wie Seide etc. 7) Zum Fixiren der Farben oder als Mordant in der Färberei und Druckerei statt des Eiweisses.

Der Caseïnleim wird durch Auflösen von Caseïn in gesättigter Boraxlösung dargestellt. Man erhält so eine dickliche Flüssigkeit, die sich durch grosses Klebvermögen auszeichnet, und in vielen Fällen, namentlich in der Kunstschreinerei und bei Portefeuillearbeiten die Stelle des Leimes vertreten kann.

Unter dem Namen elastischer Leim ist eine eigenthümliche Leimsorte eingeführt worden. Durch Glycerin kann der Leim bleibend weich, elastisch und haltbar gemacht werden. Die Mischung wird folgendermaassen dargestellt: man lässt Leim im Wasser zergehen, welches in einem Wasserbade erhitzt wird, und zwar erwärmt man so lange, bis er ganz dick wird, worauf man das Glycerin zusetzt, beiläufig das gleiche Gewicht von dem angewandten Leim; man rührt das Gemisch gut um und fährt fort zu erhitzen, um das übrig gebliebene Wasser zu verdampfen, dann giesst man die Masse in Formen oder auf eine Marmortafel und lässt sie vollkommen erkalten. Diese Substanz lässt sich zur Anfertigung von Schwärzwalzen für Buchdrucker, von Stempeln, elastischen Figuren zum Abformen von Gegenständen für die Galvanoplastik u. s. w. verwenden.

Die Phosphorfabrikation.

Allgemeines. Der Phosphor, seit der Einführung der phosphorhaltigen Zündrequisiten ein höchst wichtiger und unentbehrlicher Körper geworden, kommt in verschiedenen Mineralien, doch nur in dem Apatit und Phosphorit, so wie ferner in den Knochen in solcher Menge vor, dass die Darstellung des Phosphors daraus möglich erscheint.

Die Darstellung des Phosphors. Wenn man von einigen fruchtlos gebliebenen Versuchen absieht, den Apatit, gewisse Varietäten des Phosphorits, die in ihrer reinsten Form bis zu 18,6 pCt. Phosphor enthalten, und den Sombrerit*) zur Phosphorfabrikation zu verwenden, so bilden die Knochen gegenwärtig das alleinige Material, aus denen der Fabrikant mit Vortheil den Phosphor gewinnt.

Die Knochen enthalten in dem Zustande, wie sie der Fabrikant verwendet

im trocknen, aber ungebrannten Zustande	11—12	pCt. Phosphor,
als Knochenkohle	16—18	„ „
als weissgebrannte Knochen	20—25,5	„ „

Nach dem gegenwärtig üblichen Verfahren werden die Knochen in weissgebranntem Zustande mit Schwefelsäure zersetzt:

a) Knochenasche $PO_5, 3CaO = 155$	geben	Sauren phosphorsauren Kalk $CaO, PO_5, 2HO = 117$
Schwefelsäure $2SO_3, HO = 106$**)		Gyps $2CaO, SO_3 = 136$
		Wasser $= 8$
261		261

und der saure phosphorsaure Kalk mit Kohle gemengt in geeigneten Gefässen erwärmt, wobei $^2/_3$ des in dem Kalkphosphate enthaltenen Phosphors (im günstigsten Falle) erhalten werden, $^1/_3$ in dem Rückstande verbleibt:

*) Der Sombrerit, ein Mineral, das sich in Menge auf den Antillen, namentlich auf der Insel Sombrero findet, besteht wesentlich aus phosphorsaurer Thonerde und phosphorsaurem Kalk und hat die Formel $8(3CaO, PO_5) + 2Al_2O_3, 3PO_5 + 20HO$. Es wird gegenwärtig behufs der Darstellung des Phosphors nach England gebracht.

**) Das technische Aequivalent der englischen Schwefelsäure = 53.

b) Saurer phosphorsaurer Kalk $3\,(CaO, PO_5, HO) = 351$	geben	Phosphor	$2P = 62$
Kohle $10\,C = 60$		Kalkphosphat, basisches	$PO_5, 3\,CaO = 155$
411		Kohlenoxyd	$10\,CO = 140$
		Wasser	$6\,HO = 54$
			411

Dort, wo die Phosphorfabrikation als selbständiger Industriezweig auftritt, giebt man fast überall die leimgebende Substanz der Knochen (fast $^1/_3$ des Knochengewichts betragend) verloren; wird dagegen die Gewinnung des Phosphors neben der Fabrikation von Knochenleim, Salmiak und Blutlaugensalz betrieben, so werden die (nicht gebrannten) Knochen nach ihrer Entfettung mittels Salzsäure ausgezogen, die zurückbleibende organische Knochensubstanz wird zur Fabrikation von Knochenleim (vergl. Seite 569) verwendet, dagegen der in der Salzsäure gelöste phosphorsaure Kalk mit kohlensaurem Ammoniak gefällt und zur Phosphordarstellung verwendet. Die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit wird auf Salmiak verarbeitet.

Das gewöhnliche Verfahren der Phosphorfabrikation zerfällt in folgende vier Operationen:

I. in das Brennen der Knochen und Zerkleinern der Knochenerde,
II. in das Zersetzen der Knochenerde durch Schwefelsäure und Eindampfen des sauren phosphorsauren Kalkes mit Kohle,
III. in das Destilliren des Phosphors,
IV. in die Raffination und Aufbewahrung des Phosphors.

Weissbrennen der Knochen. Die auf Phosphor zu verarbeitenden Knochen werden zum grossen Theile von den in der Nähe der Fabrik liegenden Wasenmeistereien geliefert. Zuweilen verwendet man auch erschöpfte Knochenkohle der Zuckerraffinerien. Der Zweck des Brennens der Knochen ist, alle organischen Bestandtheile vollständig zu zerstören. Die hierzu angewendeten Oefen haben gewöhnlich die Beschaffenheit der Kalköfen und zwar der mit ununterbrochenem Gange. Auf die Sohle des Ofens kommt eine Lage Holz, darauf die Knochen, man entzündet das Holz und unterhält durch Aufschütten von frischen Knochen das Feuer. Die weissgebrannten Knochen werden durch eine von der Ofensohle ausgehende Oeffnung gezogen, während mit dem Auffüllen frischer Knochen fortgefahren wird. Ueber der Gicht des Ofens ist ein kegelförmiger Aufsatz von starkem Eisenblech angebracht, welcher die während des Brennens sich entwickelnden, höchst übel riechenden Gase in einen gut ziehenden Schornstein leitet. Noch besser ist es, die Gase möglichst vollständig zu verbrennen, wodurch zugleich an Brennmaterial gespart wird.

100 Kilogr. frische Knochen liefern 50 — 55 Kilogr. weissgebrannte Knochen, die durch Walz- oder Pochwerke zertheilt und am vortheilhaftesten in ein grobes Pulver, dessen Korn Linsengrösse besitzt, verwandelt werden.

Zersetzen der Knochenerde durch Schwefelsäure. Die zerkleinerten weissgebrannten Knochen werden durch Behandeln mit concentrirter Schwefelsäure zersetzt. 100 Kilogr. Knochenmehl (mit ungefähr 80 Kilogr. Kalkphosphat) brauchen zu ihrer Zersetzung

106,73 Kilogr. Schwefelsäure von 1,52 spec. Gewichte,
85,68 „ „ „ 1,70 „ „
73,63 „ „ „ 1,80 „ „

Nach der Angabe von Payen nimmt man auf 100 Kilogr. Knochenerde 100 Th. Schwefelsäure von 50 pCt. oder 1,52 spec. Gewichte. Die Zersetzung des Knochenmehles durch Schwefelsäure geschieht in mit Blei ausgefütterten Bottichen oder in ausgepichten (oder mit Asphaltlack inwendig überzogenen) Ständern aus Tannenholz. Die von dem Niederschlage abgezogene Lauge hat ein spec. Gewicht von 1,05 — 1,07, entsprechend 8 — 10° B. Der Rückstand wird mit Wasser ausgelaugt und die hierbei erhaltene schwächere Lauge (= 5 — 6° B.) mit der

ersten in die zum Abdampfen bestimmten Bleipfannen gebracht. Die durch nochmaliges Auswaschen des Rückstandes in den Bottichen erhaltene Flüssigkeit wird statt des Wassers mit Schwefelsäure gemischt und zum Aufschliessen von frischer Knochenerde verwendet. Das Abdampfen der sauren Flüssigkeit bis auf 45° B. = 1,45 spec. Gew. geschieht in kleinen Pfannen, deren Boden auf eisernen Platten ruht; sie werden von dem abziehenden Feuer der Destilliröfen oder auch von dem Knochenbrennofen geheizt. Die zur erforderlichen Consistenz gebrachte Lauge wird mit Holzkohlenpulver von Linsengrösse gemischt (auf 100 Th. Lauge 20—25 Th. Kohle) und in gusseisernen Kesseln über Feuer eingetrocknet.

Die zur Trockne gebrachte Masse besteht aus saurem Kalkphosphat, Kohle und Wasser (von letzterem 5 — 6 pCt.). Bei Beginn der Einführung der Phosphorfabrikation war man der Meinung, die Phosphorsäure befände sich darin im reinen Zustande und habe all' ihren Kalk an die Schwefelsäure abgegeben. Später fanden Fourcroy und Vauquelin, dass aus dem dreibasisch phosphorsaurem Kalke, wie er in der Knochenasche sich findet, nur saurer phosphorsaurer Kalk (PO_5, CaO, 2HO) geworden sei; sie wurden deshalb zu dem Vorschlage veranlasst, eine grössere Menge Schwefelsäure anzuwenden, um, wie sie meinten, dem Kalkphosphat mehr Kalk zu entziehen. Diese Ansicht wurde von Javal widerlegt, welcher nachwies, dass die reine Phosphorsäure mit Kohle gemengt wenig oder keinen Phosphor gebe, da sie sich schon bei einer Temperatur verflüchtigt, die niedriger ist als die zu ihrer Zersetzung erforderliche, und somit der reducirenden Einwirkung der Kohle sich entzieht. Die Gegenwart des Wassers in dem Gemenge ist die Ursache, dass während der Destillation ausser Kohlenoxyd auch Kohlenwasserstoffe und Phosphorwasserstoff auftreten.

Destillation des Phosphors.

Das Erhitzen des Gemenges des sauren Kalkphosphates mit Kohle behufs der Destillation des Phosphors geschieht in Retorten aus feuerfestem Thone, die grosse Aehnlichkeit mit den zum Brennen der Nordhäuser Schwefelsäure dienenden haben. Die zum Erhitzen dieser Retorten dienenden Oefen sind Galeerenöfen, ähnlich den in den Vitriolbrennereien und Salpetersäurefabriken. Ein solcher Ofen enthält 24 Retorten, nämlich 12 auf jeder Seite. Der untere hintere Theil der Retorten liegt auf der einen Seite des Feuerraumes auf; der vordere Theil oder ihr Hals geht an der entgegengesetzten Seite durch eine Oeffnung heraus, welche nur lose vermauert wird. Durch diese Oeffnung bringt man überhaupt die Retorte in gehöriger Lage in den Ofen und auch aus ihnen heraus. Zwischen je zwei Retorten bleibt ein freier Raum von 12 bis 15 Centim., damit die Flamme zwischen denselben hindurch gehen kann.

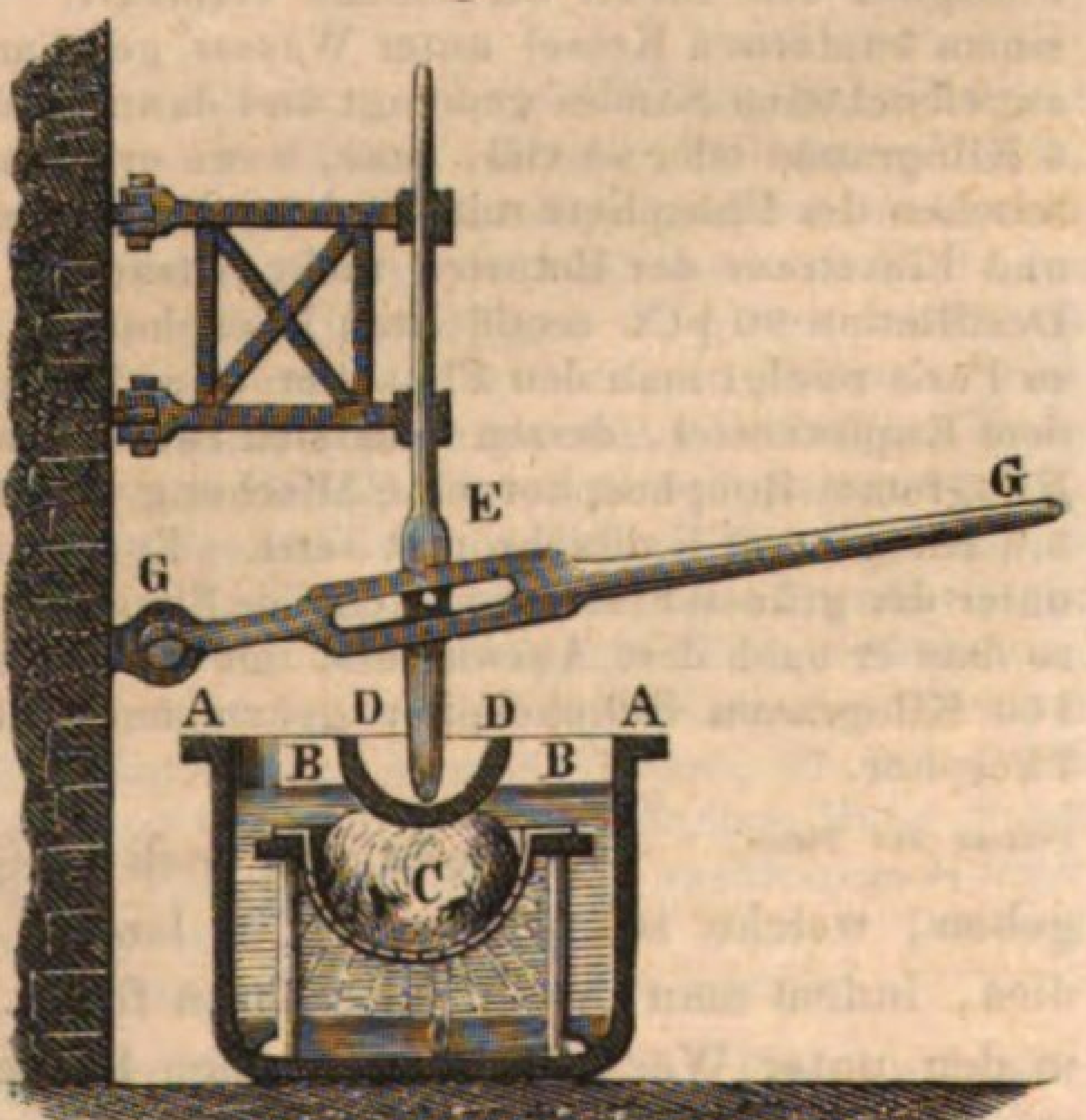
Die Vorlagen, deren man sich in Deutschland bedient, bestehen aus zwei Theilen, sie sind von Töpferthon angefertigt und mit Bleiglasur versehen; der eine Theil derselben ist ein oben offenes cylindrisches Gefäss, der andere Theil ragt in den ersteren einige Zoll hinab und liegt durch einen deckelartigen Vorsprung auf ihm auf; oben endigt es sich in eine Oeffnung, welche einen kurzen Hals bildet. Zwischen diesem Halse und dem Rande, welcher in das untere Gefäss taucht, ist eine Röhre eingesetzt, die mit diesem Theil ein Stück ausmacht; sie hat am hervorragenden Ende einen so grossen Durchmesser, dass sie den Retortenhals bequem aufnehmen kann; innerhalb des Gefässes springt diese Röhre etwa 10 Centimeter vor, so dass sie durch Wasser gesperrt werden kann, und in demselben eintaucht, wenn der andere Theil der Vorlage damit gefüllt ist.

Die Retorten werden mit der zu destillirenden Masse angefüllt, die Nischen werden mit Ziegeln zugesetzt, mit Lehm bestrichen und während der Ofen langsam durch ein schwaches Feuer angewärmt wird, legt man die Vorlagen mit Wasser angefüllt an. In jede Vorlage wird ein kleiner Blechlöffel eingesetzt, an einem Draht befestigt, welcher dem Löffel als Stiel dient. Nach 6 — 8 Stunden allmählich verstärkter Feuerung hat sich das in der Masse noch befindliche Wasser zum Theil verflüchtigt, zum Theil mit der Kohle zu Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas umgesetzt, ausserdem entweicht schweflige Säure; nach dieser Zeit wechselt die Natur der Gase und es erscheinen brennbare Gase, die sich von selbst entzünden; diese Gase bestehen aus Kohlenoxyd und Phosphorwasserstoffgas, vielleicht auch zum Theil aus mit Phosphordampf gesättigtem Kohlenoxydgas. Anfänglich brennen sie mit hellleuchtender weisser Flamme, später mit bläulichgrünem Schein. In diesem Stadium verkittet man die Fugen zwischen Vorlagen und Retorten mit Lehm, so dass

nur eine kleine Oeffnung bleibt, welche zum Entweichen von Gasen dient und die man mittels eines Drahtes offen zu erhalten sucht. Damit die sich entwickelnden Gase, welche die Gesundheit der Arbeiter beeinträchtigen, möglichst schnell entfernt werden, sind die Vorlagen der ganzen Ofenlänge nach mit nach oben aufzuschlagenden dachartigen Bretterverschlägen versehen, aus deren Mitte ein Rauchfang aus Holz die Gase durch das Dach nach aussen führt. Die Destillation des Phosphors beginnt, sobald an der offen gehaltenen Fuge am Retortenhalse etwas rothe Masse (amorpher Phosphor) sich ansetzt, wodurch die Fuge verengt oder verstopft wird, in deren Folge in der Vorlage Blasen wahrzunehmen sind, die sich von selbst entzünden. Sobald aus der Fuge die entzündlichen Gase austreten, setzt man in die Vorlage die oben erwähnten Blechlöffel so ein, dass der in der Röhre der Vorlage sich verdichtende Phosphor in die Löffel tropft. Den Gang der Destillation beurtheilt man am besten an der Quantität von Phosphor, die in einem gewissen Zeitraume in die Löffel tropft; man hebt letztere von Zeit zu Zeit so weit empor, dass man ihren Inhalt sieht und leert denselben unter dem Wasserspiegel aus, so dass man den noch ferner übergehenden Phosphor immer wieder besonders erhält und folglich im Stande ist, die übergegangene Menge zu beurtheilen.

Die Entwicklung brennbarer Gase hört, nachdem sie einmal begonnen hat, während der Dauer der Operationen keinen Augenblick mehr auf; wenn man die besprochene Fuge offen erhält, oder wenn man anstatt der Vorlagen Töpfe anwendet, die mit einem durchbohrten Knopfe zum Ausströmenlassen der Gase versehen sind, so ist ununterbrochen ein blaues Flämmchen wahrzunehmen. Während der Dauer der Destillation erhält man das Wasser in den Vorlagen einigermaassen kalt. Nachdem etwa 46 Stunden fortgeheizt und endlich fast die Weissglühhitze erreicht worden ist, nimmt die Menge des übergehenden Phosphors so ab, dass das weitere Feuern sich nicht mehr lohnt. Die Vorlagen werden nun abgenommen und der darin befindliche Phosphor, welcher in Folge von Beimengung von Siliciumphosphor, Phosphorcarburet, amorphem Phosphor und andern allotropischen Modificationen braun, roth, schwarz und weiss ist, in einen Bottich unter Wasser ausgeleert. Der Ofen wird nach dem vollständigen Erkalten aufgebrochen, die Retorten werden ausgenommen und mit Hülfe eines eisernen Spatels gereinigt, worauf man dieselben und den Ofen von Neuem beschickt. 100 Kilogr. der in die Retorte gebrachten Mischung liefern etwa 14,5 Kilogr. feuchten, rohen Phosphor, welcher nach dem Umschmelzen und Abtrocknen ungefähr 12,6 Kilogr. wiegt. Die von Wöhler empfohlene Methode der Phosphordarstellung aus einem Gemenge von Knochenmehl, Kohle und Sand, kann, selbst genügend feuerfeste Retorten und eine vollständige Zersetzung des Kalkphosphates durch die Kieselerde angenommen, nie zur vortheilhaften Phosphordarstellung im Grossen Anwendung finden, denn wie viel Phosphor wird man wol mit demselben Brennstoffquantum erhalten, wenn man in die Retorte eine Masse bringt, welche nur ein Dritttheil der Phosphorsäure enthält, die in der bisher angewendeten Masse enthalten ist, und ausserdem einen weiteren Zusatz, die Kieselerde, welche in der gewöhnlichen Mischung fehlt, während die neue Masse überdiess zur Zersetzung eine weit höhere Temperatur, d. h. weit mehr Brennmaterial erfordert.

Fig. 200.



Raffination und Aufbewahrung. Der durch Destillation gewonnene rohe Phosphor ist ein Gemenge von reinem Phosphor mit Verbindungen desselben mit Kohle und Silicium, rothem und schwarzem Phosphor und verschiedenen anderen Unreinigkeiten. Um ihn zu reinigen, bediente man sich ehedem des Durchpressens des geschmolzenen Phosphors durch sämischgares Leder. Man verfuhr dabei auf folgende Weise: Man schlug den rohen Phosphor in ein Stück mit Wasser durchnetztes ölgares Leder ein, band dies zu und legte den so erhaltenen Beutel *C* (Fig. 200) auf einen kupfernen Durchschlag, der in einem Gefäss

sich befand, welches bis auf 50—60° erwärmtes Wasser enthielt. Sobald aller Phosphor geschmolzen war, brachte man eine Holzplatte *DD* auf den Beutel und presste nun mittels der Pressstange *E* und des Hebels *GG* den Phosphor durch das Leder hindurch. In neuerer Zeit reinigt man in den französischen Fabriken auf andere Weise, nämlich a) durch Filtration über grob gepulverte Knochenkohle. Zu dem Ende breitet man die Kohle in dem Gefässe *A* auf dem durchlöcherten Boden 6—10 Centimeter hoch aus und füllt das Gefäss zu $^2/_3$ mit Wasser, dessen Temperatur durch das Wasserbad *B* (Fig. 201 und 202) auf 60° erhalten wird. Der in das Gefäss *A* gebrachte rohe Phosphor schmilzt, filtrirt durch die Knochenkohle und fliesst durch den Hahn *C* und das Rohr *E* in das Gefäss *F*, welches mit Wasser gefüllt und durch das Wasserbad *G* erwärmt wird; bei *H* befindet sich ein mit sämischgarem Leder bedeckter durchlöcherter Boden, durch welchen der geschmolzene Phosphor mittels Wasserdruck gepresst wird. Der gereinigte Phosphor fliesst durch den Hahn *J* ab.

Fig. 201.

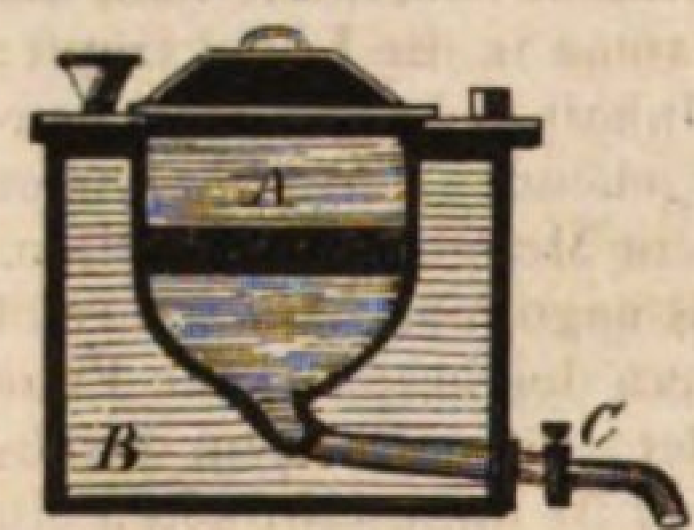
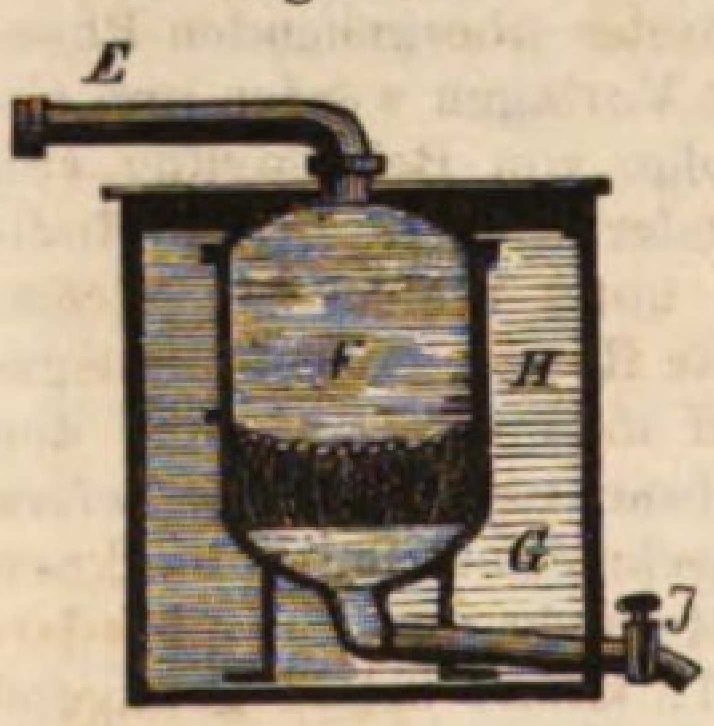


Fig. 202.



Nach einem zweiten Reinigungsverfahren b) bedient man sich poröser Platten aus Charmottemasse, welche in eiserne Cylinder gesenkt und mit einer Dampfmaschine in Verbindung gesetzt sind; in den Cylindern enthaltene gespannte Wasserdämpfe pressen den geschmolzenen Phosphor durch die porösen Platten. Um das Verstopfen der Poren der Platten zu verhüten, mengt man den rohen Phosphor vorher mit Kohlenpulver. Der (noch phosphorhaltige) Kohlenrückstand wird entweder in besonderen Retorten destillirt oder dem Retorteninhalte vor der Phosphorgewinnung beigemischt. Man soll nach dieser Methode von 100 Kilogr. Phosphor 95 Kilogramm gereinigten erhalten.

In Deutschland führt man allgemein das Reinigen des Phosphors durch Destillation desselben aus gusseisernen Retorten aus. Von diesen Retorten ist jede für sich in einem Ofen eingemauert und steht darin auf einem Dreifusse aus Schmiedeeisen. Am Halse der Retorte wird der Ofen mit losen Steinen vermauert. An derselben Stelle geschieht das Einsetzen der Retorte in den Ofen. Der Retortenhals taucht 15—20 Millimeter tief in das Wasser ein, welches in einem Kübel vorgestellt wird und überläuft, sobald eine Portion Phosphor den Inhalt der Schale vermehrt. Der zu destillirende rohe Phosphor wird in einem kupfernen Kessel unter Wasser geschmolzen und mit 12—15 pCt. seines Gewichtes angefeuchteten Sandes gemengt und dann in die Retorten gefüllt, in Quantitäten von 5 bis 6 Kilogramm oder so viel, dass, wenn er schmilzt, die Retorte nicht überläuft. Das Vermischen des Phosphors mit feuchtem Sande geschieht, damit er sich während des Einfüllens und Einsetzens der Retorten nicht entzündet. Wasserfreier roher Phosphor giebt bei der Destillation 90 pCt. rectificirten Phosphor im günstigsten Falle. In einer Phosphorfabrik zu Paris reinigt man den Phosphor ohne Destillation *auf chemischem Wege*, indem man in dem Kupferkessel, dessen man sich zum Schmelzen des rohen Phosphors bedient, auf 100 Kilogramm Rohphosphor eine Mischung von 3,5 Kilogramm englischer Schwefelsäure und 3,5 Kilogramm Kalibichromat setzt. Es findet ein schwaches Aufschäumen statt und der unter der grünen Flüssigkeit stehende Phosphor ist fast farblos und durchscheinend geworden, so dass er nach dem Auswaschen mit Wasser sofort in Stangenform gebracht werden kann. 100 Kilogramm Rohphosphor geben nach diesem Verfahren 96 Kilogramm gereinigten Phosphor.

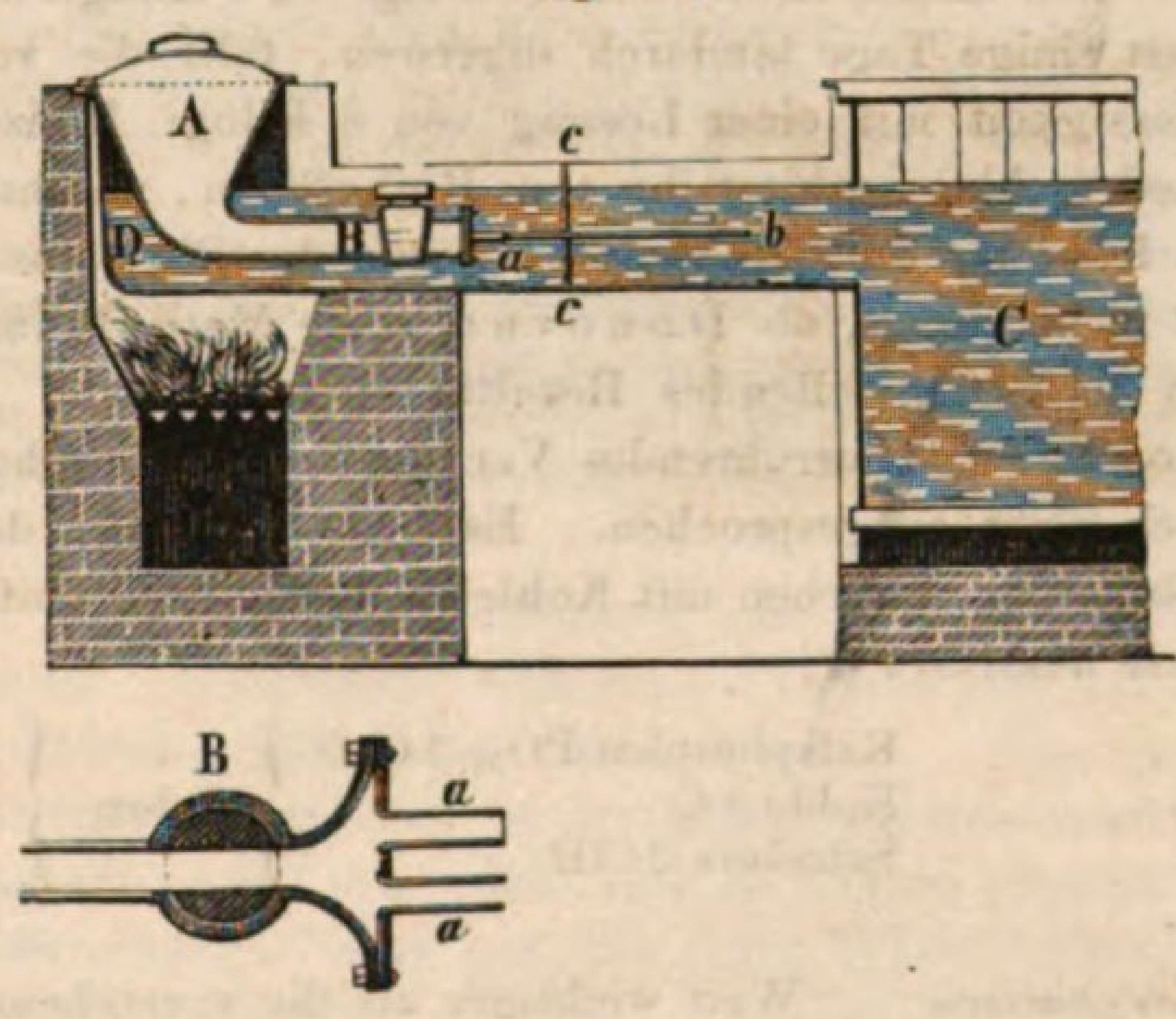
Formen des Phosphors.

Es bleibt nun noch übrig, dem Phosphor eine bequeme Form zu geben, welche seit Alters her in langen dünnen Stangen besteht. Man erreicht dies, indem man ihn in Glasröhren formt. Man taucht das eine Ende der Röhre in den unter Wasser geschmolzenen Phosphor und saugt mit dem Munde langsam am anderen Ende, bis die Röhre fast ganz mit Phosphor angefüllt ist. Hieraufe

schliesst man die untere Oeffnung der Röhre mit dem Finger, nimmt sie heraus und taucht sie rasch in kaltes Wasser; der Phosphor erstarrt schnell und wird aus der Glasröhre mit Hülfe eines Holz- oder Glasstabes entfernt. Anstatt des Aufsaugens mit dem Munde lässt sich vortheilhaft eine Kautschukblase anwenden, wie dieselbe in der Titriranalyse zum Ansaugen der Pipetten häufige Anwendung findet. In den französischen Phosphorfabriken findet dieses Verfahren heutzutage noch allgemeine Anwendung mit der Modifikation, dass jede Glasröhre, von denen 1 oder 2 Dutzend zur Disposition des Formers stehen, oben mit einem eisernen Saugrohre versehen ist, in dessen Mitte ein Hahn sich befindet; der Arbeiter saugt durch das Saugrohr die Glasröhre voll, schliesst dann den Hahn und senkt das Rohr in kaltes Wasser; nachdem alle Röhren gefüllt sind, werden sie durch Oeffnen des Hahnes und Einführen eines Eisendrahtes geleert und hierauf von Neuem durch Ansaugen gefüllt. Ein tüchtiger Arbeiter kann täglich über 2 Centner Phosphor in Stangenform bringen.

Ein anderes Verfahren, den Phosphor zu formen, ist von Seubert angegeben worden. Der von ihm angewendete Apparat (Fig. 203) besteht aus einem eingemauerten kupfernen Kessel, an dessen flachem Boden ein oben offener Kanal von Kupfer gelöthet ist, der in den Wasserbehälter *C* mündet. In dem Kessel befindet sich ein kupferner Trichter *A* mit horizontaler Röhre *B*, welcher zur Aufnahme des Phosphors bestimmt ist und 8—10 Kilogr. desselben fasst. Der horizontale Theil des Trichters endigt mit dem Hahn *B* und neben diesem mit einer Erweiterung, an welche eine kupferne Platte, in der zwei Glasröhren *aa* befestigt sind, angeschraubt wird. Der offene Kanal ist durch eine wasserdicht schliessende Scheidewand aus Holz *cc* abgetheilt, die die Communication des Wassers in beiden Theilen des Kanals hindert und zugleich den Röhren *ab* zur Stütze dient. Der Trichter *A* wird nun mit Phosphor gefüllt und dann der Kessel *DD* so weit erwärmt, dass der Phosphor schmilzt. Da sich bis zur Scheidewand *cc* erwärmtes Wasser befindet, so wird, wenn man den Hahn *B* öffnet und wieder schliesst, anfangs etwas Phosphor durch die Röhren *ab* ausfliessen, darin aber erstarren und somit die Röhre verschliessen. Oeffnet man nun den Hahn wieder, so kann man mit Hülfe des erstarrten Theils des Phosphors, welcher aus der Röhre hervorragt, die hinter demselben sich bildende Phosphorstange abwechselnd aus der einen und der anderen Röhre herausziehen, sie abschneiden und in *C* vor der Einwirkung des Lichtes geschützt, sammeln. Nach der Angabe von Seubert soll ein geübter Arbeiter in dem beschriebenen Apparate 30—40 Kilogr. Phosphor in einer Stunde in Stangenform bringen können, während Fleck gefunden hat, dass unter den vortheilhaftesten Bedingungen der Temperatur in sechs Stunden nicht mehr als 50 Kilogr. geformt werden konnten. Will man den Phosphor nicht in Form von Stangen, sondern in Körnerform bringen, so bringt man auf kaltes Wasser, das in einem Bottich sich befindet, eine 6—8 Centimeter hohe Schicht heisses Wasser, so dass beide Schichten sich nicht miteinander mengen und lässt mit zum Theil geöffnetem Hahn *B* des Seubert'schen Apparates geschmolzenen Phosphor tropfenweise ausfliessen. Jeder Tropfen erstarrt, sowie er in das kalte Wasser kommt, zu einer harten Masse. Die weit bequemere Körnerform des Phosphors sollte der Stangenform vorgezogen werden.

Fig. 203.



Die Aufbewahrung des geformten Phosphors geschieht in einer mit Eisenblech ausgeschlagenen Kiste, welche gegen 6 Centner Phosphor mit einer gegen 3 Centimeter hohen

Schicht Wasser fasst. Das Verpacken geschieht, wenn es sich um grössere Quantitäten handelt, in kleinen Weinfässern, welche man mit Phosphor und dann vollends mit Wasser füllt, dem etwas Alkohol zugesetzt worden ist, um das Gefrieren beim Transport im Winter zu verhindern. Die Fässer werden aussen mit heissgemachtem schwarzen Pech überzogen und in Häcksel oder Heu gewälzt; zuletzt emballirt man in grauer Packleinwand. Auf solche Weise werden 1 — 5 Centner Phosphor in einem Fasse verpackt. Gewissenhafte Fabrikanten werden es jedoch unter allen Umständen vorziehen, das Einsetzen des Phosphors in Blechbüchsen anzuwenden. Der Phosphor wird in Büchsen von Weissblech gefüllt, mit Wasser übergossen und die Büchsen dann mit Sorgfalt verlöthet, so dass ein Ausrinnen von Wasser durchaus nicht stattfinden kann, es müssen deshalb die verlötheten Blechbüchsen einer wiederholten Prüfung auf ihre Dichtheit unterworfen werden, was am besten dadurch geschieht, dass man die verlötheten Büchsen nach sorgfältigem Abtrocknen mit der gelötheten Fläche nach unten auf weisses Fliesspapier setzt, und beobachtet, ob nach einiger Zeit auf dem Papier ein feuchter Fleck wahrzunehmen ist; gleichzeitig lassen sich dadurch die noch offenen Stellen leicht auffinden. Die Blechbüchsen werden sodann in feste mit Reifen beschlagene Kisten oder Fässer von Holz (Buchenholz) verpackt und so dem Transport übergeben.

Andere Methoden der Phosphorfabrikation.

Von neueren Methoden der Phosphorfabrikation ist zunächst die von Donovan anzuführen, welcher den Phosphor aus phosphorsaurem Bleioxyd darstellen will. Er empfiehlt folgende Vorschriften. Auf 10 Kilogr. verkleinerte Knochen nimmt man eine Mischung von 6 Kilogr. Salpetersäure und 40 Liter Wasser, lässt einige Tage hindurch digeriren, fällt die von der Knochengallerte getrennte Flüssigkeit mit einer Lösung von 8 Kilogr. Bleizucker, wäscht und trocknet den Niederschlag, erhitzt ihn zum Rothglühen, mischt ihn dann in $^1/_6$ seines Gewichtes an Kienruss oder Kohlenpulver und destillirt das Gemenge aus Thonretorten. Es ist nicht gesagt, ob Donovan seine Methode im Grossen versucht und ob sie ihm ein zufriedenstellendes Resultat gegeben hat. Ueber ein zweites, von Cari-Montrand herrührendes Verfahren der Phosphorfabrikation, hat sich die Praxis noch nicht ausgesprochen. Es besteht darin, dass man ein Gemenge von weissgebrannten Knochen mit Kohle in der Rothglühhitze der Einwirkung von salzsaurem Gase aussetzt:

Kalkphosphat PO_5, 3 CaO Kohle 8 C Salzsäure 3 ClH	geben	Phosphor P Chlorcalcium 3 CaCl Wasserstoffgas 3 H Kohlenoxydgas 8 CO

Fleck's Verfahren.

Weit wichtiger als die vorstehenden Methoden sind die Vorschläge Fleck's zu einer verbesserten Methode der Phosphorgewinnung unter gleichzeitiger Gewinnung von Knochenleim. Das neue Verfahren beruht auf der Löslichkeit des phosphorsauren Kalkes in Salzsäure und dessen Abscheidung als saurer phosphorsaurer Kalk durch Verdampfen der Lösung in geeigneten steinernen Gefässen. Der Theorie nach brauchen 156 Th. phosphorsaurer Kalk (PO_5, 3 CaO) 73 Th. wasserfreie Salzsäure, woraus 111 Th. Chlorcalcium, 100 Th. saurer phosphorsaurer Kalk und 18 Th. Wasser sich bilden. Ferner entsteht durch Glühen von 100 Th. saurem phosphorsaurem Kalk und 20 Th. Kohle 21,3 Th. Phosphor, 52 Th. neutraler phosphorsaurer Kalk und 46,7 Th. Kohlenoxydgas. Wird nun das zurückbleibende Gemisch von neutralem phosphorsaurem Kalk und Kohle eingeäschert und von Neuem mit Salzsäure behandelt, so scheidet sich nach dem Eindampfen dieser Lösung von Neuem saures Kalkphosphat ab und so fort, dass, wollte man diesen Process mit der nämlichen Substanz fortsetzen, eine unendlich kleine Menge phosphorsaurer Kalk zurückbleiben würde. Es geht aus den bis jetzt angestellten Versuchen hervor, dass es möglich sein wird, den Knochen allen Phosphor zu entziehen, sobald die Salzsäure möglichst frei ist von Schwefelsäure, die

verdampfte Lösung möglichst concentrirt und die erhaltene aus saurem Kalkphosphat bestehende Krystallmasse möglichst rein ist.

Es zerfällt die Gewinnung des Phosphors und des Leims in 1) die Reinigung, Zerkleinerung und Extraction der Knochen, 2) die Verdampfung und Krystallisation der Knochenlauge, das Auspressen des sauren Kalkphosphats und dessen Vermischen mit Kohle; 3) die Destillation und Reinigung des Phosphors und 4) die Leimerzeugung. Die gereinigten, zerkleinerten und vom Fett befreiten Knochen werden der Einwirkung einer mittelst Wasser auf 7° B. gebrachten Salzsäure ausgesetzt. Darauf macerirt man die Knochen in Salzsäure von 3° B., in welcher sie bis zur völligen Erweichung verweilen; diese zweite Flüssigkeit dient statt Wasser zum Vermischen der Salzsäure zur Extraction frischer Knochen. Die erste Flüssigkeit, eine Auflösung von saurem phosphorsaurem Kalk und Chlorcalcium, zeigt am Aräometer 16° B.; sie wird in die Abdampfgefässe gebracht. In der Wahl dieser Gefässe liegt eine Schwierigkeit des Fleck'schen Verfahrens, da die salzsauren Flüssigkeiten nicht in Bleigefässen abgedampft werden können und die Benutzung von schwer zu beschaffenden Thongefässen erheischen. Die Lauge ist krystallisationsfähig, sobald sie 30° B. zeigt. Der beim Erkalten und Stehenlassen sich ausscheidende Krystallbrei wird ausgepresst und sodann mit $^1/_4$ seines Gewichtes an Kohlenpulver unter Erwärmung bis auf 100° in einer Thonpfanne gemischt und durch ein Kupfersieb gerieben, bis sich die Masse zwischen den Fingern zerreiben lässt. Sie wird nun in eigenthümlich geformten Retorten erhitzt. Der in den Retorten zurückbleibende mit Kohle gemengte phosphorsaure Kalk wird eingeäschert und der Einwirkung concentrirter Salzsäure ausgesetzt, wodurch man sogleich sehr concentrirte Laugen erhält, welche nur kurze Zeit auf den Pfannen zu stehen brauchen, um krystallisationsfähig zu sein. Der erhaltene rohe Phosphor wird wie gewöhnlich gereinigt und geformt. Die durch die Salzsäure von dem phosphorsauren Kalk befreiten Knochen werden auf Leim verarbeitet.

Gentele's Verfahren. Nach der von Gentele im Jahre 1857 veröffentlichen Methode der Gewinnung von Phosphor unter gleichzeitiger Darstellung von Salmiak (und Knochenleim), sättigt man den in Salzsäure aufgelösten phosphorsauren Kalk mit kohlensaurem Ammoniak, welches man als Nebenprodukt bei der Bereitung von Thierkohle erhalten hat, und verwendet ihn zur Phosphordarstellung. Die über dem Niederschlage stehende Salmiaklösung wird auf Salmiak verarbeitet.

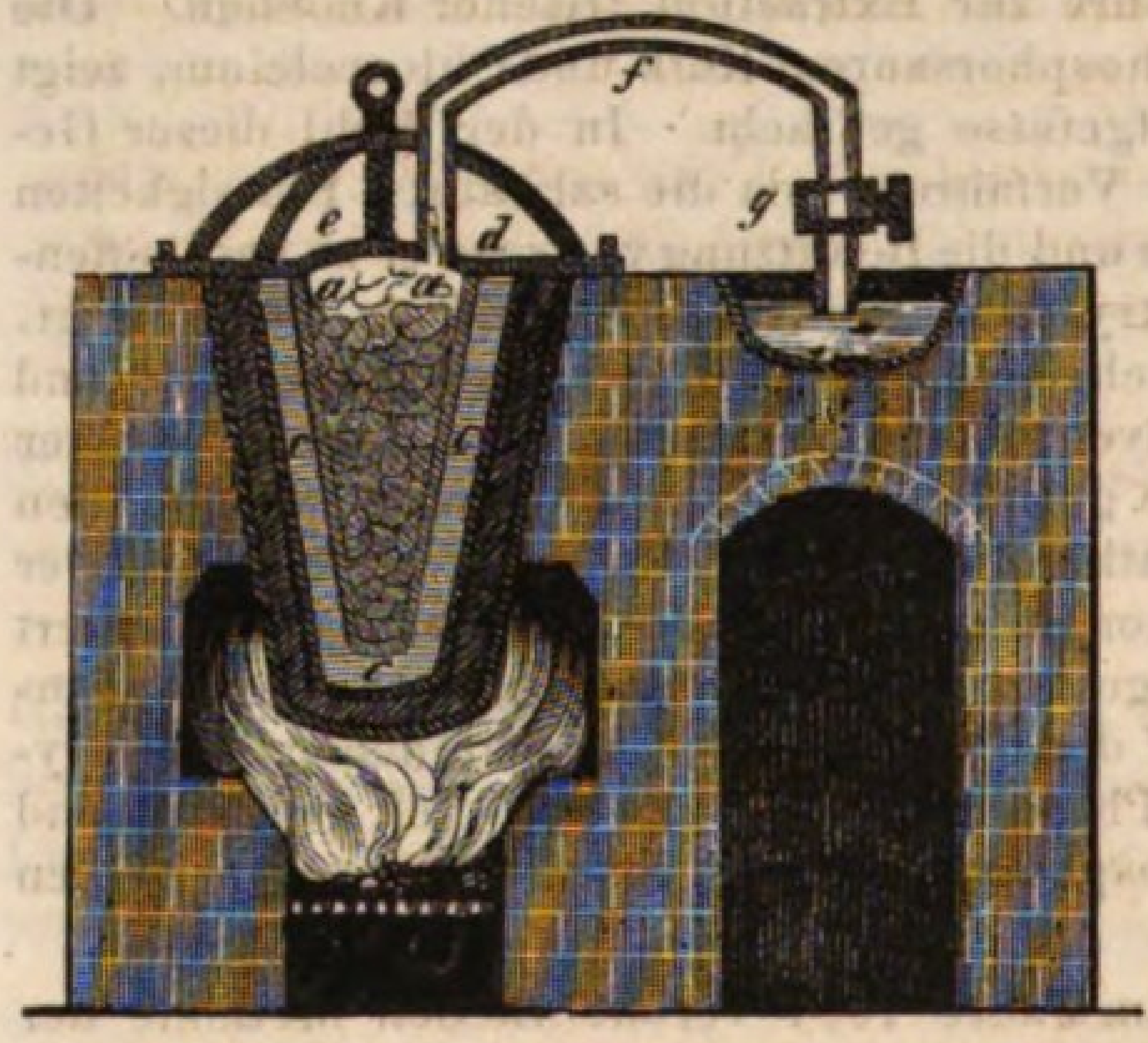
Eigenschaften des Phosphors. Der gereinigte, unter Wasser aufbewahrte und vor der Einwirkung des Lichtes geschützte Phosphor ist zuweilen vollkommen farblos und durchsichtig, gewöhnlich aber etwas gelblich gefärbt und durchscheinend. Sein spec. Gewicht = 1,83—1,84. Bei mittlerer Temperatur ist der Stangenphosphor weich wie Wachs. In der Kälte ist er spröde. Er lässt sich nicht zu Pulver zerreiben, wol aber kann man ihn fein zertheilt erhalten, wenn man ihn unter Wasser schmilzt und diess dann bis zum Erstarren des Phosphors schüttelt. Anstatt des Wassers wendet man zweckmässiger Alkohol oder Harn oder eine wässerige Lösung von Harnstoff an. Der Phosphor schmilzt bei 44—45° und bleibt zuweilen, nachdem er geschmolzen wurde, beim langsamen Erkalten, namentlich unter alkalischer Flüssigkeit, längere Zeit flüssig, erstarrt aber dann beim Berühren mit festen Körpern plötzlich. Der Phosphor siedet bei 290° und verdampft schon merklich bei gewöhnlicher Temperatur (das Rauchen des Phosphors an der Luft rührt nicht, wie man früher glaubte, von der Bildung von phosphoriger Säure, sondern von der Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak her). Der Phosphor löst sich in Form von Phosphordampf in sehr geringer Menge in Wasser, in Alkohol und Aether ist er sehr schwer löslich, leicht löslich in Schwefelkohlenstoff, Chlorschwefel und Phosphorchlorid; er löst sich auch, obwol in geringer Menge, in fetten und ätherischen Oelen. Bis auf 75° erhitzt, entzündet sich der Phosphor an der Luft, also auch bei der Reibung muss diese Temperatur erreicht werden, ehe eine Entzündung eintritt; der rothe oder amorphe Phosphor, der aus dem gewöhnlichen Phosphor durch längere Zeit fortgesetztes Erhitzen bis auf etwa 260° entsteht, entzündet sich durch Reibung nicht oder erst, nachdem er wieder in den gewöhnlichen Phosphor übergeführt wor-

den ist, wozu eine Temperatur von ungefähr 300° gehört. Der Phosphor des Handels ist nie ganz rein, sondern enthält häufig kleine Mengen Schwefel, Arsen, von der zur Zersetzung der Knochenerde dienenden Schwefelsäure herrührend, und zuweilen auch etwas Calcium.

Der amorphe oder rothe Phosphor.

Im Jahre 1848 machte Schrötter in Wien die Entdeckung, dass die schon von Berzelius beobachtete Eigenschaft des gewöhnlichen Phosphors, unter der Einwirkung des Lichtes und unter anderen Verhältnissen, eine rothe Farbe anzunehmen, auf der Umwandlung des Phosphors in eine allotropische Modifikation beruhe, welche mit dem Namen des amorphen oder rothen Phosphors bezeichnet wurde. Es hat sich gezeigt, dass diese Umwandlung am leichtesten vor sich geht, wenn man den gewöhnlichen Phosphor bei Abschluss von Luft und Wasser längere Zeit auf etwa 250° erhitzt. Im Grossen stellt man ihn in dem von A. Albright in Birmingham empfohlenen Apparate dar, welcher Fig. 204 im Durchschnitt abgebildet ist.

Fig. 204.



a ist ein Gefäss von Glas oder Porcellan, welches ungefähr bis auf $^5/_6$ mit Phosphorstückchen angefüllt und bis auf 230—250° erhitzt wird. Das Gefäss *a* steht in einem Sandbad *c*, welches durch ein Metallbad *d* erwärmt wird. Das Gefäss *a* ist durch einen aufgeschraubten Deckel *e* verschlossen. Von dem Deckel führt ein mit einem Hahn *g* versehenes gebogenes Rohr *F* in ein Gefäss, welches Wasser oder Quecksilber (mit einer Schicht Wasser bedeckt) enthält. Durch dieses Rohr entweicht im Anfang des Erhitzens die über dem Phosphor in *a* befindliche Luft. Sobald dies geschehen, wird der Hahn *g* geschlossen und das Erhitzen fortgesetzt, bis der Phosphor vollständig in die amorphe Modifikation übergegangen ist. Die Zeit, welche zu dieser Umwandlung erforderlich ist, ist von den Umständen abhängig und nur durch die Erfahrung festzustellen.

Nach dem Erkalten des Apparats entfernt man den amorphen Phosphor aus dem Gefäss *a*, reibt ihn unter Wasser zu einem feinen Brei und entfernt nun den gewöhnlichen Phosphor, der stets in geringer Menge den amorphen verunreinigt, wie lange auch bei der Bereitung das Erhitzen fortgesetzt sein mochte. Man kann ihn zwar durch Behandeln mit Schwefelkohlenstoff davon befreien, allein dieses Mittel ist wegen der Gefahr einer Entzündung nur schwierig anzuwenden. — Nicklès schlägt eine Trennungsmethode vor, die im Wesentlichen darin besteht, dass man das Gemenge von amorphem und gewöhnlichem Phosphor mit einer Flüssigkeit schüttelt, deren spec. Gewicht geringer ist als das des amorphen Phosphors (2,106) und grösser als das des gewöhnlichen Phosphors (1,77). Eine Chlorcalciumlösung von 38—40° B. kann hierzu benutzt werden. Der gewöhnliche Phosphor begiebt sich auf die Oberfläche und kann leicht durch etwas Schwefelkohlenstoff aufgenommen werden, so dass die Operation in einem verschlossenen Gefässe ausgeführt werden kann. Arbeitet man in grossem Maassstabe, so ist nach den von Coignet angestellten Versuchen folgendes Verfahren das sicherste, um amorphen Phosphor vom gewöhnlichen Phosphor zu befreien. Man kocht den pulverisirten amorphen Phosphor mit Aetznatronlauge, welche den gewöhnlichen Phosphor löst und ihn unter Entwicklung von Phosphorwasserstoffgas in lösliches unterphosphorigsaures Natron überführt. Das Sieden wird unter zeitweiliger Erneuerung der Natronlauge fortgesetzt, bis aller Geruch nach Phosphorwasserstoffgas aufgehört hat. Das zurückbleibende Pulver wird durch Waschen gereinigt und getrocknet.

Eigenschaften.

Der rothe Phosphor bildet entweder ein glanzloses, scharlachrothes bis dunkelcarmoisinrothes Pulver, oder er bildet eine röthlichbraune cohärente

Masse, welche spröde, oft metallisch glänzend ist, einen muschligen Bruch besitzt und auf der Oberfläche mitunter fast eisenschwarz ist. Sein spec. Gew. = 2,1. Er löst sich nicht in Schwefelkohlenstoff und andern Lösungsmitteln des gewöhnlichen Phosphors, bleibt an der Luft unverändert, und lässt sich bis zum Siedepunkte des gewöhnlichen Phosphors (290°) erhitzt, wieder in letzteren überführen. Mit trockenem chromsauren Kali zusammengerieben, entzündet sich der rothe Phosphor, ohne zu explodiren. Mit Salpeter verbrennt er nicht beim blossen Zusammenreiben, sondern erst beim Erwärmen ohne Geräusch. Mit chlorsaurem Kali verpufft er leicht und heftig (vergl. Seite 160). Mit Bleisuperoxyd verpufft er beim Zusammenreiben schwach, beim Erwärmen unter heftiger Explosion.

Das Verhalten des rothen Phosphors gegen verschiedene Oxyde liess erwarten, dass er mit Vortheil statt des gewöhnlichen Phosphors zur Zündmasse der Zündrequisiten angewendet werden könne, wobei auch die Umstände, dass er nicht giftig ist, dass er bei gewöhnlicher Temperatur nicht verdampft und sich nicht oxydirt, und dass er nicht so brennbar ist, wie gewöhnlicher Phosphor, daher weniger gefährlicher beim Transport ist, zu Gunsten des amorphen Phosphors sprechen. Die Praxis der Zündrequisitenfabrikation hat sich aber in anderem Sinne ausgesprochen. Der amorphe Phosphor, der in den Jahren 1851—1856 in den Phosphorfabriken in grösseren Mengen dargestellt worden war, ist längst wieder in gewöhnlichen Phosphor zurückgeführt worden, da die Nachfrage nach rothem Phosphor auf Null reducirt worden ist. Der Grund davon liegt nicht allein in dem höheren Preise des amorphen Phosphors, sondern eben in seinen Eigenschaften, die man gewöhnlich als werthvoll bezeichnet, die aber als werthverringernde sich erwiesen haben. Denn die Leichtentzündlichkeit des gewöhnlichen Phosphors, weit entfernt ein Uebelstand zu sein, ist gerade seine werthvollste Eigenschaft. Der gewöhnliche Phosphor entzündet sich bei 70°, die rothe Modification nicht oder vielmehr erst, nachdem sie wieder in die gewöhnliche übergegangen ist, was nur bei einer Temperatur von beiläufig 300° der Fall ist. Gewöhnlichen Phosphor in rothen überzuführen und ihn in letzterer Gestalt in der Zündholzfabrikation anwenden zu wollen, heisst den Phosphor seiner vorzüglichsten Eigenschaft berauben. Die Fabrikanten von Zündrequisiten streben aber nicht darnach, die Entzündlichkeit des Phosphors zu verringern, sondern durch feinste Zertheilung zu erhöhen. — Nach dem heutigen Stande der Dinge hat der amorphe Phosphor für die Zündholzindustrie nicht die geringste Bedeutung.

Die Knochenkohle.

Knochenkohle. Die Knochenkohle (Spodium, Beinschwarz) erhält man durch Verkohlen von Knochen. Die grosse Anwendung dieser Substanz in der Zuckerfabrikation macht sie zu einer sehr wichtigen. Wenn man Knochen vor dem Zutritt der Luft geschützt, glüht, so zersetzt sich die organische Substanz und geht zum Theil über als Knochenöl, zum Theil auch als kohlensaures Ammoniak. Als Rückstand bleibt eine schwarze Masse, die noch vollkommen die Knochenstructur beibehalten hat.

Darstellung der Knochenkohle. Ehe man die Knochen verkohlt, müssen dieselben zur Entfernung des Fettes mit Wasser ausgekocht und getrocknet werden. Das so erhaltene Fett (5—6 pCt. vom Gewichte der Knochen) giebt ein werthvolles Nebenprodukt der Knochenkohlefabrikation ab. Man verkohlt die Knochen entweder auf die Weise, dass man die flüchtigen Produkte dabei auffängt, oder dass man dieselben verbrennen lässt. Im ersteren Falle bringt man die Knochen in eiserne Retorten oder Cylinder, ähnlich denen, in welchen die Steinkohlen behufs der Leuchtgasfabrikation verkohlt werden, und fängt die bei der Verkohlung entweichenden Produkte in Vorlagen und Kühlapparaten auf. Die Erfahrung hat aber gelehrt, dass man auf diese Weise eine minder entfärbende Kohle erhält, als wenn man die Knochen in Töpfen verkohlt und die flüchtigen Produkte verbrennen lässt. Man benutzt daher jetzt all-

gemein die letztere Methode, die so ausgeführt wird, dass man eiserne Töpfe mit zerschlagenen Knochen füllt, die Töpfe über einander stürzt, die Fugen zwischen den Mündungen mit Lehm verstreicht und die Töpfe in den Brennraum eines Ofens bringt, in welchem sie durch die Flammen eines daneben liegenden Feuerraums erhitzt werden. Nach einiger Zeit entzünden sich die aus den Fugen der Töpfe austretenden Dämpfe von selbst und bewirken das fernere Verkohlen der Knochen, dessen Beendigung man an dem Aufhören der Dämpfeentwickelung erkennt. Auf diese Weise erhält man 55—60 pCt. Knochenkohle, in der die eigentliche Kohle mit fast der zehnfachen Menge ihres Gewichtes an mineralischen Bestandtheilen gemengt ist. Eine Analyse getrockneter Knochenkohle gab in 100 Theilen: 10 Th. Kohle, 84 Th. phosphorsauren und 6 Th. kohlensauren Kalk.

Die verkohlten Knochen werden durch besondere Maschinen gekörnt, wobei die Erzeugung von feinem Pulver möglichst vermieden werden muss, da die feine Knochenkohle weit weniger Werth hat, als die gekörnte.

Eigenschaften der Knochenkohle. Die Knochenkohle hat im hohen Grade die Eigenschaft, organische und unorganische Stoffe aus Lösungen aufzunehmen. Diese merkwürdige Wirkung scheint von einer Flächenanziehung herzurühren, obgleich aber auch die Kohle chemische Verbindungen zu trennen vermag. Von der Eigenschaft, unorganische Stoffe in ihren Poren aufzunehmen, macht man die ausgedehnteste Anwendung zum Entkalken des Zuckersaftes in den Zuckerfabriken. Man vermindert die entkalkende Kraft der Kohle, wenn man derselben die unorganischen Bestandtheile durch Salzsäure entzieht, und doch ist diese Behandlung erforderlich, wenn man die Kohle zum Entfärben saurer Flüssigkeiten anwenden will.

Anstatt der Knochenkohle hat man versucht, Kohle durch Glühen von 4 Th. frischem Blut und 1 Th. gewöhnlicher Potasche, oder durch Verkohlen eines Gemenges von 100 Th. Pfeifenthon, 20 Th. Theer und 500 Th. Steinkohlenpulver erhalten, anzuwenden.

Probe der Knochenkohle. Je grösser das Entfärbungsvermögen der Knochenkohle ist, desto höher ist der Werth derselben, obgleich das Entfärbungsvermögen nicht proportional dem Entkalkungsvermögen zu sein scheint. Es liegt deshalb in dem Interesse eines Fabrikanten, so wie in dem eines Producenten, die entfärbende Kraft einer Kohle kennen zu lernen. Dies geschieht, indem man die Kohle mit einer anderen von bekannter Qualität vergleicht. Payen schlägt dazu vor, gleiche Volumen mit gebranntem Zucker gefärbten Wassers mit gleichen Gewichtsmengen Kohle zu behandeln und die Flüssigkeit abzufiltriren. Diejenige Kohle, welche die hellste Flüssigkeit giebt, ist demnach auch die beste Sorte. Bei der Bestimmung der relativen entfärbenden Wirkung mehrerer Kohlensorten erhielt Bussy bei gleichen Gewichtsmengen folgende Resnltate:

Gewöhnliche Knochenkohle	1
Knochenkohle mit Salzsäure behandelt	1,6
Ausgezogene Knochenkohle mit kohlensaurem Kali geglüht	20
Blut mit kohlensaurem Kali geglüht	20
Blut mit kohlensaurem Kalk geglüht	20
Leim mit kohlensaurem Kali geglüht	15,5

Wiederbelebung der Knochenkohle. Bekanntlich wird die Knochenkohle hauptsächlich zur Entfärbung und Entkalkung des Zuckersaftes angewendet. Wenn eine gewisse Menge dieses Saftes durch die Kohle filtrirt worden ist, so hat dieselbe ihre entfärbende Kraft verloren. Zum Theil kann das Entfärbungsvermögen durch verschiedene Mittel der Kohle wieder ertheilt werden. Diese Mittel, durch die man die Wiederbelebung (Revivication) der Kohle bezweckt, sind Glühen, Auswaschen, Gährenlassen oder die Anwendung des Wasserdampfes. Fast allgemein führt man jetzt die Wiederbelebung

der Kohle so aus, dass man dieselbe erst durch Wasser von allen löslichen Theilen befreit und darauf durch Glühen die organischen Substanzen zerstört. Die gebrauchte Thierkohle lässt sich auf diese Weise 20—25 Mal wieder beleben. Diese Methode hat den Nachtheil, dass während des Glühens die organischen Substanzen nicht vollständig zerstört werden und als Kohle in den Poren der Thierkohle zurückbleiben, wodurch die entfärbende Kraft der Kohle verringert wird. Vortheilhafter ist es, die Kohle erst gähren zu lassen, dann vermittelst Wasser oder verdünnter Salzsäure auszuwaschen und zuletzt zu glühen.

Surrogate der Knochenkohle. Als Ersatzmittel für die Knochenkohle hat man geglühten bituminösen Schiefer vorgeschlagen. Diese thonhaltige Kohle entzieht dem Zuckersafte allerdings die färbenden Substanzen, nicht aber die Kalkbestandtheile. Ein nicht unbedeutender Gehalt an Einfach-Schwefeleisen verhindert ausserdem die Anwendung in der Zuckerfabrikation.

Die Milch.

Milch. Milch ist die bekannte in den Brustdrüsen der weiblichen Säugethiere abgesonderte Flüssigkeit, welche alle dem Thierkörper nothwendigen organischen und unorganischen Substanzen in hinreichender Menge enthält, um an und für sich bei längerem Genuss nahrungsfähig zu sein, und alle den Jungen erforderlichen Stoffe in einer zum Wachsthum genügenden Menge zu liefern. Die Hauptbestandtheile der Milch sind Milchzucker, Caseïn (Käsestoff), Butter, mehrere unorganische Substanzen wie Chlorkalium, Chlornatrium, phosphorsaures Kali u. s. w. und Wasser. Die mittlere procentische Zusammensetzung der Kuhmilch ist folgende:

Butter . . .	3,288	12,524 pCt.
Milchzucker .	5,129	
Caseïn . . .	4,107	
Wasser . . .	87,476	
	100,000	

Die Milch ist ein Gemenge ausserordentlich fein zertheilter, in Wasser unlöslicher Substanzen mit einer wässerigen Flüssigkeit; das spec. Gewicht der Milch schwankt zwischen 1,018 und 1,045. Unter dem Mikroskope nimmt man wahr, dass die weisse Farbe von kleinen Kügelchen — den Milchkügelchen — herrührt. Diese Kügelchen sind meist kugelrund, gelblich mit dunklem Rande bei durchfallendem, perlenartig glänzend bei auffallendem Lichte, und bestehen aus einer Hülle, in welcher sich Butter befindet. In der Ruhe sammeln sich diese Kügelchen auf der Oberfläche und bilden den Rahm (Sahne, Kern), unter welchem sich eine bläuliche durchscheinende Flüssigkeit befindet, welche den Milchzucker, die Salze und das Caseïn als Caseïn-Natron gelöst enthält. Lässt man die Milch längere Zeit stehen, so wird ein Theil des Milchzuckers unter Mitwirkung des Caseïns als Fermente in Milchsäure*) umgewandelt, welche letztere das Caseïn-Natron zersetzt

*) Die Milchsäure ($C_6H_5O_5$, HO) bildet sich ausser aus dem Milchzucker auch bei der Gährung von Stärke, Rohr- und Krümelzucker unter Mitwirkung von Caseïn und Ferment. Sie findet sich im Sauerkraut, in den sauren Gurken, und ist wohl ein nie fehlender Bestandtheil aller thierischer Flüssigkeiten. Ausser der Milchsäure als Nahrungsmittel wird die Milchsäure in der Gerberei, Färberei und Stärkefabrikation benutzt. In der Gerberei ist sie jedenfalls als Bestandtheil der Lohbrühe nicht unwirksam, bei der Färberei ist sie in dem Kleienbad enthalten, und bei der Fabrikation der Stärke nach der älteren Methode dient sie als saures Stärkewasser, um die Stärke von den Proteïnsubstanzen zu befreien. Die Milchsäure scheint ferner bei der geistigen Gährung eine Rolle zu spielen; sie ist stets in der gährenden Flüssigkeit enthalten und findet sich als nicht flüchtige Säure neben Bernstein-

und das Caseïn frei macht, das sich als eine im Wasser unlösliche Substanz ausscheidet. Man sagt dann, die Milch gerinnt. Durch längeres Stehenlassen wird aller Milchzucker in Milchsäure umgewandelt. Eine ähnliche Coagulation der Milch wird bewirkt, wenn man frische Milch mit Laab zusammenbringt. Zur Darstellung des Laabs wird der frische Kälbermagen ausgewaschen, in einem Rahmen ausgespannt an der Luft oder am Feuer getrocknet. Früher weichte man ihn mit Essig ein, die Erfahrung lehrte aber, dass dies unnütz sei. Beim Gebrauche wird ein Streifen abgeschnitten, in einer kleinen Quantität warmen Wassers eingeweicht und der Milch bei 30—35^0 zugemischt. Nach zwei Stunden ist diese geronnen. 1 Th. Laab ist hinreichend, um 1800 Th. Milch zum Coaguliren zu bringen. Die Wirkung des Laabs ist nicht bekannt, sie besteht nicht, wie man früher annahm, darin, dass ein Theil Milchzucker sogleich in Milchsäure verwandelt wird, da, wie die Erfahrung gelehrt hat, auch alkalisch reagirende Milch durch Laab zum Gerinnen gebracht werden kann. Die von dem ausgeschiedenen Caseïn abfiltrirte Flüssigkeit führt den Namen

Molken. Molken. Bei sauer gewordener Milch enthalten die Molken wenig Milchzucker, aber viel Milchsäure (saure Molken); bei durch Laab coagulirter Milch ist hingegen aller Milchzucker und keine Milchsäure in den Molken enthalten (süsse Molken). Die letztere Flüssigkeit wird in der Schweiz bis zu einem gewissen Grade

Milchzucker. abgedampft, um daraus den Milchzucker krystallisirt zu erhalten. Die in harten, halbdurchsichtigen Krystallkrusten anschiessende Substanz wird durch Umkrystallisiren gereinigt. Der Milchzucker $C_{12}H_{10}O_{10}$ schmeckt nur wenig süss, knirscht zwischen den Zähnen, löst sich in 6 Th. kaltem Wasser und kann nicht in die geistige, wohl aber in die Milchsäuregährung übergehen. Durch die Einwirkung verdünnter Säuren geht aber der Milchzucker in Krümelzucker über und ist deshalb indirect gährungsfähig.

Sauerwerden der Milch zu verhüten. Das Sauerwerden der Milch kann man dadurch längere Zeit verhüten, dass man dieselbe wiederholt abkocht, wodurch die aufgenommene Luft ausgetrieben wird, die ausserdem einen Theil des Caseïns in Milchsäureferment umgewandelt haben würde. In gewissem Sinne wirkt auch die während des Kochens auf der Milch sich bildende Haut conservirend, indem sie den Zutritt der Luft beschränkt. Ausserdem lässt sich das Sauerwerden der Milch verhindern oder aufhalten durch Zusatz kleiner Mengen kohlensaurer Alkalien oder Borax. Das Coaguliren der Milch, nicht aber das Sauerwerden, kann durch Zusatz von Salpeter, Kochsalz und überhaupt durch Salze mit alkalischer Base aufgehalten werden.

Prüfung der Milch. In Gegenden, in denen Milch in verhältnissmässig grosser Quantität consumirt wird, wie in grossen Städten, wird die Milch mit Reis-, Kleien- und Gummiwasser oder einem Gemenge von Wasser mit Hammelgehirn verfälscht. Eine sehr häufig vorkommende Verfälschung besteht darin, dass man die Milch mit Wasser verdünnt. Es sind verschiedene Methoden und Instrumente in Anwendung gebracht worden, um die Milch auf ihren Gehalt an Butter und Caseïn zu prüfen. Nach Jones bringt man die Milch in eine verticale, graduirte Glasröhre und vergleicht die Höhe des nach einiger Zeit sich abscheidenden Rahmes. Je mehr Raumtheile derselbe einnimmt, desto besser ist die Milch. Natürlicherweise erfährt man nach dieser

säure in dem Destillationsrückstande, dem Spühlicht, der seiner sauren Eigenschaften wegen zum Reinigen von Metallen benutzt wird. Der Uebergang des Milchzuckers in Milchsäure findet ohne Zutritt oder Austritt irgend eines Bestandtheiles statt:

$$\underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Milchzucker.}} = \underbrace{2\,C_6H_5O_5,\,HO}_{\text{Milchsäurehydrat.}}$$

Methode nur den Rahmgehalt der Milch, und zwar sehr annähernd, da z. B. Verdünnung der Milch auf die Schnelligkeit der Abscheidung von Einfluss ist. Chevallier und Henry wenden zur Bestimmung der Güte der Milch ein Aräometer an, an dessen Graduirung der Striche, bis zu welchen dasselbe in reine Milch einsinkt, durch rothe Grade angegeben sind. Andere Methoden gründen sich darauf, das Caseïn und die Butter durch Galläpfeltinktur oder durch Zinkvitriollösung niederzuschlagen, dann zu bestimmen, wie viel dem Volumen nach von einer Lösung von bekannter Stärke zur Fällung einer normalen Milch nöthig war und darauf mit andern Milchsorten zu vergleichen. Für den polizeilichen Gebrauch ist das Galaktoskop von Donné anzuempfehlen, das auf der Annahme beruht, dass allein die Milchkügelchen den wahren Werth der Milch repräsentiren, und die Milch undurchsichtig machen. Es ist ein Instrument, welches gestattet, durch eine Milchschicht hindurchzusehen, deren Länge mittelst einer Mikrometerschraube vergrössert, verringert und gemessen werden kann. Durch die Milchschicht beobachtet man ein Kerzenlicht, bis dessen Spitze unsichtbar zu werden beginnt. Je durchsichtiger eine Milch ist, desto weniger Milchkügelchen und desto mehr Wasser enthält sie. Brunner bestimmt den Buttergehalt, um den Werth der Milch zu ermitteln. Er mischt 20 Grm. der zu prüfenden Milch mit 10 Grm. Holzkohlenpulver, trocknet das Gewicht bei 70—80° vollständig ein, zieht die Butter daraus mit Aether aus und verdampft die ätherische Lösung. Die zurückbleibende Butter wird gewogen. Unvermischte Milch giebt 3,1 — 3,56 pCt. Butter, Rahm giebt 10,6 — 11,02 pCt. Neuerdings hat C. Reichelt mit Erfolg versucht, die hallymetrische Probe (vergl. Seite 463) zur Ermittelung des Wassergehaltes der Milch anzuwenden.

Anwendung der Milch.

Die Milch dient theils für sich als Nahrungsmittel, theils zur Fabrikation von Butter und Käse. Man benutzt sie ferner zum Anstreichen der Wände und zum Entfärben und Klären einiger Flüssigkeiten. Eine in Frankreich häufig vorkommende Steuerdefraudation besteht darin, dass man unter dem Namen Portwein, Xeres declarirt, der mit Alkannawurzel gefärbt ist, und der später durch Milch wieder entfärbt wird.

Butter.

Die Butter wird aus der Milch auf folgende Weise dargestellt: Man lässt an kühlen Orten den Rahm aus der Milch sich ausscheiden, schöpft denselben mittelst eines Löffels ab und bringt ihn in die Rahmtöpfe, in welchen er so lange stehen bleibt, bis er unter wiederholtem Umrühren dick und säuerlich geworden ist. Darauf bringt man den Rahm in die Butterfässer, in welchen durch anhaltendes Schlagen, durch das Buttern, die Fettkügelchen zu Klumpen sich vereinigen, während das Caseïn mit einer kleinen Menge Butter gebunden in der Flüssigkeit suspendirt bleibt. Die Butter hat die für die Verarbeitung der Milch wichtige Eigenschaft, dass sie leichter ist als Wasser; sie müsste sich demnach aus einer Auflösung von verschiedenen Stoffen, welche das Wasser schwerer machen (Milchzucker, Caseïn, Salze), um so schneller an der Oberfläche ausscheiden, wenn die Flüssigkeit nicht durch den Caseïngehalt eine grosse Klebrigkeit besässe, wodurch das Aufsteigen der Buttertröpfchen verlangsamt wird. In dem Maasse nun, als durch fortschreitende Säuerung der Milch durch Caseïnabscheidung auch deren Consistenz sich vermehrt, wird auch die Abscheidung der Butter erschwert. Ist die Abscheidung des Butterfettes (des Rahms) noch nicht vollendet, wenn die Milch zum Gerinnen gekommen ist, so ist das in der sauren Milch noch befindliche Fett für die Butterbereitung verloren. Darauf gründen sich nun zwei verschiedene Methoden, wodurch die vollständigste Gewinnung der Butter ermöglicht werden soll.

Nach der einen Methode, von dem Schweden Gussander vorgeschlagen, soll das Aufsteigen der Butterkügelchen beschleunigt werden, so dass die Ausscheidung des Rahmes in kürzester Zeit und jedenfalls vor beginnender Säuerung der Milch beendigt ist. Nach der anderen Methode wird durch Zusatz von etwas Soda die entstehende Milchsäure sofort neutralisirt, so dass der Ausscheidung von Caseïn vorgebeugt wird und die Buttertropfen ungehindert emporsteigen können. Dies ist das Verfahren von Trommer.

Die Butterfässer sind von verschiedener Construction. Das gewöhnlichste Butterfass ist ein aufrecht stehendes Fass mit einer durchlöcherten und an einem Stiele befestigten Scheibe; ausserdem hat man liegende Fässer, in denen sich an einer Welle befestigte Flügel hin und her bewegen, Kästen auf Walzen nach Art der Kinderwiegen u. s. w., in denen das Buttern in längerer oder kürzerer Zeit vor sich geht. Wenn sich alle Butterklumpen zu einer Menge vereinigt haben, so ist die Operation des Butterns beendigt. Die Butter wird mit frischem, erneuertem Wasser geknetet, bis dieses hell abläuft. Die von der Butter abgeschiedene Flüssigkeit ist die Buttermilch, die aus 0,24 pCt. Butter, 3,82 pCt. Caseïn, 90,80 Th. Wasser und 5,14 Th. Milchzucker und Salzen besteht; ein grosser Theil des Milchzuckers darin ist schon in Milchsäure übergegangen. 18 Gewichtstheile Milch geben durchschnittlich 1 Gewichtstheil Butter. Die Butter selbst besteht im frischen Zustande aus

	I.	II.	III.	IV.
Butterfett	94,4	93,0	87,5	78,5
Caseïn, Milchzucker Extractbestandtheilen	0,3	0,3	1,0	0,3
Wasser	5,3	6,7	11,5	21,2

Der Gehalt an Caseïn und Wasser bewirkt, dass die Butter leicht verdirbt und ranzig wird. Um diesem Uebelstande zu begegnen, pflegt man in den meisten Ländern die Butter zu salzen (in Süd- und Westdeutschland wird die Butter ungesalzen consumirt), indem man dieselbe im völlig ausgewaschenen Zustande mit Salz zusammenknetet. Man rechnet auf 1 Kilogr. Butter 30 — 40 Grm. Kochsalz. In England benutzt man anstatt des Kochsalzes ein Gemenge von 4 Th. Kochsalz, 1 Th. Salpeter und 1 Th. Zucker. Ein anderes Mittel, dem Verderben der Butter vorzubeugen, ist das Auslassen derselben, d. i. ein Schmelzen, bis die anfänglich trübe Flüssigkeit vollkommen klar geworden ist, wodurch Wasser und Caseïn, also die Bedingungen zur Verderbniss entfernt werden. Das Färben der Butter anbelangend, das gewöhnlich im Winter geschieht, zu welcher Zeit die Butter eine weisse Farbe hat, so geschieht dies durch Orlean, durch Curcuma, oder durch den Saft der Möhren oder Ringelblume.

Chemische Natur der Butter.

Die Butter besteht aus einigen nicht flüchtigen und einigen flüchtigen Fettsäuren, gebunden an Glycerin. Die nicht flüchtigen Fettsäuren sind: die Palmitinsäure $C_{32} H_{32} O_4$ und die Butterölsäure ($C_{34} H_{30} O_4$), die flüchtigen die Buttersäure*) ($C_8 H_8 O_4$), die Capronsäure ($C_{12} H_{12} O_4$), die Caprylsäure ($C_{16} H_{16} O_4$) und die Caprinsäure ($C_{20} H_{20} O_4$). Letztere vier Säuren bilden mit dem Glycerin das Butterfett oder Butyrin und sind die Ursache des eigenthümlichen Geruches der Butter.

Käse.

Der Käse wird aus dem Caseïn dargestellt. Entweder benutzt man abgerahmte Milch oder man wendet die Milch mit dem Rahm an. Im ersteren Falle erhält man mageren Käse, der nur aus Caseïn mit sehr wenig Butter be-

*) Die Buttersäure entsteht nicht nur bei der Verseifung der Butter, sie findet sich auch im sauren Schweisse, im Magensafte und bildet sich bei der Gährung und Fäulniss des Zuckers, der Stärke, des Fibrin, des Caseïns u. s. w.

steht, im zweiten Falle fetten Käse (Schweizer, holländischen, englischen Käse). Wenn bei der Darstellung der fetten Käse noch Rahm hinzugesetzt wird, so erhält man Rahmkäse. Den mageren Käse stellt man in Deutschland dar, indem man die saure Milch, von welcher der Rahm behufs der Butterfabrikation abgeschieden worden ist, auf ein Tuch bringt und abpresst. Die Molken laufen ab, während die Käsematte (Quark, Schmierkäse, weisser Käse) als Brei zurückbleibt, die, mit der Hand in die gebräuchlichen runden Formen (Handkäse) gebracht wird, welche darauf der Luft ausgesetzt werden. Zur Bereitung des fetten Käses wendet man gewöhnlich süsse Milch an, die durch Laab bei einer Temperatur von 30—40° zum Gerinnen gebracht wird. Nachdem die Milch durch die Abscheidung des Caseïns in eine gallertartige Masse verwandelt ist, zerschneidet man die Masse mit einem hölzernen Messer und presst den Käse. Durch dieses Verfahren, das mehrmals wiederholt wird, werden die Molken ziemlich vollständig entfernt. Sobald der Käse anfängt fest zu werden, wird er mit Kochsalz zusammengeknetet und dann in die bestimmte Form gepresst. Der geformte Käse wird einige Zeit lang in erwärmte Molken getaucht, bis er eine Rinde erhält, und nach dem Abtrocknen von Neuem gepresst. Sodann wird der Käse mit Kochsalz eingerieben, zum Trocknen auf ein Brettergestell gelegt und unter sorgfältiger Behandlung, die je nach der Art der Käse eine verschiedene ist, seiner Reife zugeführt. Die blasige Beschaffenheit einer Käsesorte (wie des Schweizerkäses) rührt davon her, dass bei seiner Darstellung die Molken nicht vollständig entfernt werden, der in denselben enthaltene Milchzucker in Krümelzucker, und letzterer während des Reifens des Käses in Weingeist und Kohlensäure verwandelt wird; die Kohlensäure bewirkt bei ihrem Entweichen die Auflockerung der Käsemasse. Bei dem holländischen Käse, der blasenfrei ist, verhindert der grössere Kochsalzzusatz die Umwandelung des Milchzuckers. Die Qualität der Käse ist ferner von der Temperatur und Beschaffenheit der Räume, in denen die Käse während des Reifens lagern, abhängig. Die Theorie des Käsebildungsprocesses ist noch keinesweges genügend erklärt. Die Veränderung, welche der Käse an der Luft erleidet, lässt sich namentlich an den mageren Käsesorten beobachten. Im frischen Zustande ist der Käse weiss wie Kreide, beim Liegen im feuchten Zustande wird er gelb und durchscheinend (er wird zeitig oder speckig) und nimmt den eigenthümlichen Käsegeruch an. Mit dem Alter verliert der Käse allen Zusammenhang und zerfliesst zu einer schmierigen Masse. Diese Veränderungen beginnen auf der Oberfläche und pflanzen sich vollkommen gleichförmig ins Innere fort. Wenn man einen mageren Käse zerschneidet, so bemerkt man einen gelben speckigen Ring, welcher einen scharf begrenzten weissen Kern umgiebt. Der Ring wird von Tag zu Tag breiter, bis zuletzt die ganze Masse gleichförmig ist und der Kern verschwindet. Das Speckigwerden des Käses rührt her von einer Ammoniak- oder von einer Säureentwickelung, beide machen den weissen Käse durchscheinend. Die stinkenden Käsesorten sind ammoniakalisch, die geruchlosen reagiren meist sauer. Chemisch gesprochen ist speckig magerer Käse eine Verbindung von Caseïn mit Ammoniak oder Ammoniakbasen (z. B. Amylamin); gewisse trockene Käsesorten (wie der sogenannte Kräuterkäse) sind Gemenge von trocknem Caseïn mit gewürzhaften Kräutern (Meliloten u. s. w.), flüchtigen Fettsäuren (Valeriansäure, Caprinsäure, Capronsäure u. s. w.) und einigen indifferenten Stoffen (Leucin etc.).

Folgende Zahlen geben die Zusammensetzung eines fetten Süssmilchkäses (a) und eines mageren Sauermilchkäses (b):

	(a)	(b)
Wasser	36	44
Caseïn	29	45
Fett	30,5	6
Asche	4,5	5
	100,0	100,0

Frisch geronnener Käsestoff (Quark) wird, mit Kalk gemengt, zu Kitt und als Beiz- und Verdickungsmittel in der Kattundruckerei angewendet*). Eine Lösung von Caseïn in Boraxlösung findet anstatt Tischlerleim und Mundleim Anwendung.

Das Fleisch.

Allgemeines. Das, was man im gewöhnlichen Leben mit dem Namen Fleisch bezeichnet, ist die Muskelsubstanz der Schlachtthiere, umgeben mit mehr oder weniger Fett, und enthaltend Knochen, so dass das käufliche Fleisch in 100 Th. im Mittel zusammengesetzt ist, aus

Muskelsubstanz . . .	16
Fett und Zellgeweben .	3
Knochen	10
Fleischflüssigkeit . . .	71
	100

Die Muskelsubstanz selbst ist ein Complex von verschiedenartigen Geweben und Flüssigkeiten, deren Basis die thierische Faser oder das Fibrin — eine organisirte Proteïnsubstanz ist. Die einzelnen Muskelfasern, indem sie bündelweise durch Bindegewebe verbunden sind, bilden die Muskeln. Zwischen den Muskelscheiden und Bindegeweben lagert sich das Fett in besondern Fettzellen ab. Das Ganze ist von einer Unzahl feiner Blut- und Lymphgefässe durchwebt, welche die Ernährung, und von Nerven, welche die Lebensfunctionen der Muskeln vermitteln. Die Muskelsubstanz ist mit einer proteïnreichen Flüssigkeit, der Fleischflüssigkeit, getränkt, welche eine Anzahl von Substanzen, theils direct vom Blute ausgeschwitzt, theils im Stoffwechsel der Muskeln entstanden, enthalten; diese Körper sind die Basen Kreatinin und Hypoxanthin, das Kreatin, der Inosit oder Muskelzucker, Milchsäure, Inosinsäure, extractive Körper und unorganische Substanzen, unter denen Chlorkalium und phosphorsaure Magnesia vorherrschen.

Bestandtheile des Fleisches. Ueber die einzelnen Bestandtheile des Körpers der Schlachtthiere geben in neuerer Zeit im grösseren Maasstabe angestellte Versuche, die für die Beurtheilung des Nahrungswerthes des Fleisches der Thiere im gemästeten oder ungemästeten Zustande von grosser Wichtigkeit sind, Aufschluss. Aus diesen Versuchen folgt, dass der Wassergehalt

	beim Lamme	Schafe	Ochsen	Schweine
in ungemästetem Fleische	62	58	—	56
„ halb gemästetem Fleische	—	50	54	—
„ ganz gemästetem Fleische	49	40	46	39
„ fettem Fleische	—	33	—	—

beträgt. Mit fortschreitender Mästung nimmt daher der Wassergehalt des Fleisches ab und die Trockensubstanz zu, indem ein Theil des Wassers durch Fett ersetzt

*) Mit dem Caseïn der Milch stimmt in seinen Eigenschaften ein Pflanzenbestandtheil überein, der sich in den Samenlappen der Leguminosen, namentlich der Erbsen, Linsen und Bohnen findet, sich in Wasser löst und aus der Lösung durch schwache Säuren abgeschieden werden kann. Diese Substanz ist Pflanzencaseïn genannt worden. Nach Itier's Berichte stellen die Chinesen aus Erbsen einen wirklichen Käse dar, indem Erbsen zu einem Brei gekocht werden. Das Durchgeseihete wird mit Gypswasser zum Gerinnen gebracht und das Geronnene wie der aus Milch durch Laab gefällte Käse behandelt. Die Masse nimmt nach und nach den Geruch und den Geschmack des animalischen Käses an.

wird. Im Fleische von gutem Mastvieh erhält der Consument vom Fleischer bei gleichem Gewichte im Mittel etwa 40 pCt. mehr trockne thierische Masse als in dem von ungemästetem Vieh, bei sehr fetten Thieren sogar bis zu 60 pCt. mehr.

Welcher Unterschied in dem Nahrungswerthe des Fleisches von fetten Ochsen im Vergleiche zu dem von magern Ochsen besteht, das zeigen Breunlin's Versuche, nach welchen 100 Th. Fleisch enthielten:

	vom fetten	vom magern Ochsen
Wasser	38,97	59,68
Asche	1,51	1,44
Fett	23,87	8,07
Muskelfleisch	35,65	30,81
	100,00	100,00

oder 1000 Grm. (= 2 Zollpfunden) enthielten

	Muskelfleisch	Fett	Asche	Wasser
Fleisch vom fetten Ochsen	356	239	15	390
Fleisch vom magern Ochsen	308	81	14	597
Unterschied	+ 48	+ 158	+ 1	− 207

Das Fleisch des fetten Ochsen enthält auf 1000 Th. mithin 207 Th. mehr feste Nahrungsstoffe als das Fleisch des ungemästeten Thieres.

Zubereitung des Fleisches.

Das Fleisch wird theils gekocht, theils gebraten. Durch das Kochen erleidet es eine wesentliche Veränderung in seiner Zusammensetzung; je nach der Dauer des Kochens und der Wassermenge tritt eine mehr oder weniger vollständige Scheidung der löslichen Bestandtheile von den unlöslichen Bestandtheilen des Fleisches ein. Die Fleischbrühe enthält lösliche Phosphate mit alkalischen Basen, milch- und inosinsaure Salze, phosphorsaure Magnesia und nur Spuren von phosphorsaurem Kalk; das gekochte Fleisch enthält vorzugsweise phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Magnesia. Wenn das als Nahrungsmittel genossene Fleisch in dem Organismus wieder in Fleisch übergehen, wenn ihm die Fähigkeit erhalten werden soll, sich in dem ursprünglichen Zustande wieder zu erzeugen, so dürfen dem frischen Fleische bei seiner Zubereitung keine seiner Bestandtheile entzogen werden. Wenn in irgend einer Weise seine Zusammensetzung geändert, einer seiner Bestandtheile, der zu seiner Constitution gehört, entzogen wird, so ändert sich in gleichem Verhältnisse die Fähigkeit des Fleischstückes, die ursprüngliche Form und Beschaffenheit, von der seine Eigenschaften im lebendigen Körper abhängen, in dem lebenden Körper wieder anzunehmen. Daraus geht hervor, dass das gekochte Fleisch, wenn es ohne die Fleischbrühe genossen wird, zur Ernährung um so weniger sich eignet, je grösser die Wassermenge war, in welcher es gekocht wurde und je länger das Kochen dauerte.

Da das Albumin des Fleisches in seinen Lösungen bereits vor der Siedetemperatur des Wassers gerinnt, so geht beim Auskochen des Fleisches oder bei der gewöhnlichen Methode der Gewinnung der Fleischbrühe das Albumin für die Fleischbrühe zum grössten Theile verloren, da der Schaum, der sich beim Kochen des Fleisches auf der Oberfläche als weisses Coagulum abscheidet und abgeschöpft wird, Fleischalbumin ist. Dieser Verlust an nährender Substanz lässt sich vermeiden, wenn man nach v. Liebig's Vorschrift bei der Bereitung von Fleischbrühe für Kranke, das fein zerhackte Fleisch mit destillirtem Wasser, dem einige Tropfen Salzsäure und etwas Kochsalz zugesetzt wurde, mischt und digerirt und nach einstündiger Digestion die Flüssigkeit von dem Bückstande mittelst eines Haarsiebes trennt und den Rückstand durch allmäliges Aufgiessen von destillirtem Wasser noch vollständiger auszieht. Man erhält so ein kaltes Fleischextract von rother Farbe und angenehmem Fleischbrühgeschmacke, welches kalt genossen wird (beim Erhitzen trübt sich die Flüssigkeit und setzt ein dickes Coagulum von Albumin und Blutroth ab). 100 Th. Ochsenfleisch geben ein Extract, welches 2,95 Th. Albumin und 3,05 Th. sonstige, nicht gerinnende Fleischbestandtheile enthält. Chevreul erhielt von 500 Grm. Rindfleisch, welche 77 pCt. Wasser enthielten, 27,25 Grm. Extract; nach Abzug von 3,25 Grm. Fett, die darin sich fanden,

macht dies 4,8 pCt. aus. Die Menge der aus obigen 500 Gr. Fleisch gewonnenen Fleischbrühe betrug ungefähr 1,25 Liter. Das Liter wog 1013 Grm. und bestand aus

Wasser		991,30
organ. Substanz	in Alkohol löslich	9,44
	in Alkohol unlöslich	3,12
Alkalisalzen		8,67
phosphorsauren Erden		0,46
		1013,00

Durchschnittlich erhält die Fleischbrühe aus Ochsenfleisch, inclusive Leim und Fett, nur 3 Th. feste Fleischbestandtheile. Unter den günstigsten Verhältnissen enthält man aus 1000 Grm. Ochsenfleisch:

		durch Kochen	
in kaltem Wasser löslich	60	geronnenes Albumin	29,5
		in der Lösung	30,5
„ „ „ unlöslich	170	Leimsubstanz	6,0
		Faser	164,0
Fett	20		
Wasser	750		

Kochen des Fleisches. Das *beste Verfahren, Fleisch zu kochen und Fleischbrühe zu bereiten*, ist folgendes: Man bringt das zum Kochen bestimmte Fleisch erst dann in den Topf, wenn das darin befindliche Wasser in vollständigem Sieden begriffen ist, unterhält das Sieden einige Minuten lang und erniedrigt dann die Temperatur durch Zusatz von kaltem Wasser auf 70—74°. Wird das Wasser einige Stunden bei dieser Temperatur erhalten, so hat man alle Bedingungen vereinigt, um dem Fleische die zum Genusse geeignete Beschaffenheit zu geben. Indem nämlich nach diesem Verfahren das Eiweiss coagulirt wird, bildet sich auf der Oberfläche des Fleisches eine Hülle, welche das Eindringen des Wassers ins Innere verhindert und die löslichen Theile einschliesst. Die von diesem Fleische abgegossene Brühe wird demnach weniger der löslichen Bestandtheile enthalten. Um aber eine kräftige *Fleischbrühe* darzustellen, mischt man fein gehacktes mageres Fleisch mit kaltem Wasser, erhitzt es langsam bis zum Sieden und presst es nach minutenlangem Aufwallen aus. Nach dem Durchseihen braucht sie nur gewürzt und mit gebranntem Zucker oder Caramel etwas gefärbt zu werden. Das Färben ist eine kaum erlässliche Concession, die man dem gewohnten Vorurtheile machen muss. Die zurückbleibenden Fleischstücke sind gänzlich geschmacklos und zur Ernährung untauglich. Die Fleischbrühe enthält alle löslichen Stoffe der Fleischsubstanz: Kreatin, Kreatinin, Inosit, extractive Substanzen, inosin- und milchsaure Salze, Chlorkalium und phosphorsaure Erden. Wegen der freien Milch- und Inosinsäure reagirt sie stets sauer. Dass die Haupteigenschaft der Fleischbrühe von der darin aufgelösten Leimsubstanz abhängig sei, wie man lange angenommen hat, ist durchaus ungegründet, da der durch Kochen gebildete Leim nur einen sehr untergeordneten Bestandtheil darstellt. Die Untauglichkeit der Knochenbouillontafeln als Nahrungsmittel ist gegenwärtig allgemein anerkannt. Bei längerem Kochen und siedendem Abdampfen nimmt die Fleischbrühe eine dunklere Farbe und einen feinen Bratengeschmack an. Dampft man sie im Wasserbade ab, so erhält man eine dunkelbraune weiche Masse, von welcher 1 Loth hinreicht, um 1 Pfund Wasser, dem man etwas Kochsalz zusetzt, in eine wohlschmeckende und starke Fleischbrühe zu verwandeln. Aus 32 Pfund knochen- und fettfreiem Ochsenfleische erhält man 1 Pfund dieses Extractes. Beim *Braten des Fleisches* wendet man kein Wasser, sondern Fett an, mit welchem man das Fleisch in einer Pfanne erwärmt, oder man setzt dasselbe direct, wie es in England geschieht, auf einen Spiess gesteckt, dem Feuer aus. Es

bildet sich rasch eine Kruste, welche das Herausfliessen der Fleischflüssigkeit verhindert. Nachdem diese Kruste sich gebildet hat, kann man die Hitze mässigen, weil die Fleischfasern schon bei 100° gar werden. Beim Braten sollen aus den Fleischbestandtheilen mehrere Produkte der trocknen Destillation entstehen, worunter die Essigsäure in sofern am wichtigsten ist, als durch sie die Fleischfaser löslicher wird. Fehlerhaft ist es, dem zu bratenden Fleischstücke etwas Wasser zuzusetzen, namentlich beim Beginne des Bratens. Durch Wasserzusatz ist zwar eine grössere Menge von Sauce zu erzielen, aber immer nur auf Kosten der Güte des Bratens.

Aufbewahrung des Fleisches.

Unter den vielen Mitteln, die man in Vorschlag gebracht und angewendet hat, um Fleisch und Fleischspeisen unverändert aufzubewahren, stehen ohne Zweifel diejenigen oben an, welche auf dem Principe des vollkommenen Luftabschlusses beruhen. Es hat sich deshalb das Einschliessen von Fleisch in luftdicht verschlossenen Blechbüchsen nach der Methode von Appert durch vielfache Erfahrungen als dem Zwecke vollkommen entsprechend erwiesen, so dass dieses Verfahren und seine Nachbildungen in neuester Zeit, wo als Folge des erleichterten See- und Landverkehrs, der zunehmenden Auswanderung, so wie überhaupt der Seereisen und Expeditionen zu wissenschaftlichen Zwecken, der Kriege der letzten Jahrzehnte und der damit verknüpften Nothwendigkeit der Verproviantirung von Armeen und Festungen, das Bedürfniss weit wichtiger als früher hervortrat, die Nahrungsmittel nicht nur von einer Jahreszeit zur andern, sondern für eine Reihe von Jahren vorrathweise aufzuspeichern und sie dabei in einen Zustand zu versetzen, in welchem sie dem Verderben nicht mehr unterliegen, eine ungeahnte Wichtigkeit erlangt hat.

Die Methode Apperts besteht in Folgendem: Zubereitete Fleischspeisen (Geflügel, Ragouts etc.), die zu dem Ende möglichst stark eingekocht werden müssen, bringt man in cylindrische Blechbüchsen von angemessener Grösse, welche damit fast ganz angefüllt werden, löthet nun einen mit einer kleinen Oeffnung versehenen Deckel auf, füllt durch diese Oeffnung den noch leeren Raum völlig mit Brühe und umlöthet endlich auch diese Oeffnung. Hierauf werden die Büchsen in einem Bade von Salzwasser bis über den Siedepunkt des Wassers je nach ihrer Grösse $^1/_2$—4 Stunden lang erhitzt. Wenn eine oder die andere Büchse nicht vollkommen schliesst, so sieht man Bläschen aus der schadhaften Stelle perlen, welche man dann mit dem Löthkolben ausbessert. Durch das Kochen werden die Eiweisssubstanzen coagulirt und dadurch in eine weniger der Fäulniss fähige Modification übergeführt, ferner wird der Sauerstoff der eingeschlossenen Luft zum grossen Theile entfernt, der zurückgebliebene Rest theils in Kohlensäure verwandelt, theils desozonisirt und dadurch unschädlich gemacht. Die solchergestalt der Einwirkung der Luft entzogenen Substanzen unterliegen, wenn die Operation mit Sorgfalt ausgeführt wurde, dem Verderben nicht; doch unterwirft man die fertigen Büchsen einer Prüfung, indem man sie einige Zeit lang an einem bis auf etwa 30° erwärmten Orte aufbewahrt. Ist bei dieser Probe Fäulniss eingetreten, so giebt sie sich bald durch eine Gasentwickelung zu erkennen, in deren Folge die flachen Boden sich etwas nach aussen krümmen, während sie ausserdem durch den Luftdruck eine Krümmung nach innen annehmen. Bleibt dieses Kennzeichen von Verderbniss aus, so ist die erste gefährliche Periode überstanden und in späterer Zeit ein Selbstentmischungsprocess nicht so leicht zu befürchten.

Conserviren durch Wasserentziehung.

Wie durch Abhaltung der Luft lässt sich auch das Fleisch durch Wasserentziehung, entweder durch Trocknen, oder durch Einsalzen conserviren.

Das Aufbewahren des Fleisches durch Austrocknen, das sicherste, es vor dem Verderben zu schützen, hat seine grossen Schwierigkeiten. Die Eingebornen Nord- und Südamerikas pflegen die Fleischvorräthe, welche sie auf ihren Zügen mit sich nehmen, sorgfältig von Fett zu befreien, die reinen Fleischtheile in dünne Streifen zu zertheilen, die mit Maismehl bestreut werden, um die Säfte aus dem Fleische aufsaugen zu lassen, und die so bestreuten Streifen auf horizontal liegenden Stäben an der Sonne zu trocknen. Es bleibt eine biegsame, nicht mehr fäulnissfähige Masse zurück, in Nordamerika Pemmikan, im

Süden *Tassajo* genannt, welche zusammengerollt und festgestampft wird und in diesem Zustande leicht zu transportiren ist. 100 Th. Ochsenfleisch liefern beinahe 26 Th. Tassajo. In Europa hat sich die Entwässerung des Fleisches durch Trocknen niemals Bahn brechen wollen, da, in den meisten Ländern wenigstens, im Sommer die Luftwärme nicht gross genug ist, um mit Hülfe derselben das Fleisch so rasch zu trocknen, dass nicht ein Verderben des Fleisches zu befürchten wäre; da das Fleisch ferner vor dem Trocknen in kleine Stücke oder dünne Streifen zerschnitten werden muss, so eignet es sich für manche Küchenzwecke nicht mehr.

Von ziemlicher Wichtigkeit ist dagegen der Fleischzwieback, eine Erfindung von Gail Bordon, der eine Fabrik zu Galveston in Texas anlegte, woselbst die ausgedehnten Prairien durch das in unzähliger Menge in ihnen hausende Hornvieh den nöthigen Vorrath an Fleisch für geringe Kosten liefern. Der Erfinder behauptet, dass 1 Kilogr. solcher Zwiebäcke eine gleiche Menge nährender Substanzen enthalte wie 5 Kilogr. frisches Fleisch. Diese Zwiebäcke eignen sich vorzüglich für Feldzüge in wüsten unwirthbaren Gegenden, so wie auf langen Seereisen, weil sie eine grosse Menge Nahrungsstoff in einem sehr kleinen Raume und auf ein kleines Gewicht reducirt, dabei in leicht verdaulichem Zustande enthalten. In Amerika werden sie bei den Streifzügen gegen die Indianer häufig angewendet.

Einsalzen des Fleisches.

Eine andere, seit undenklichen Zeiten angewendete Methode der Fleischconservirung durch Wasserentziehung ist das Einsalzen mit Kochsalz (Pökeln), welches letztere, indem es einen Theil der Fleischflüssigkeit aufnimmt, das Fleisch entwässert. Zu gleicher Zeit tritt ein Theil Kochsalz in die Fleischfaser ein. Beim Einsalzen wird das ausgeschlachtete Fleisch mit Salz stark eingerieben, einige Tage liegen gelassen und dann unter Gewichten oder einer Hebelpresse ausgepresst; dieselbe Behandlung wird wiederholt, das Fleisch hierauf in Fässer gepackt und mit der ausgepressten Salzlösung übergossen. Man setzt dem Kochsalze in der Regel etwas Salpeter (ausserdem auch zuweilen Zucker) zu, der theils gleiche Wirkung äussert, wie das Kochsalz, theils dem Fleische eine lebhaft rothe Farbe ertheilt.

Durch das Kochsalz wird dem Fleische aber keineswegs nur Wasser entzogen. v. Liebig fand bei seiner Untersuchung über das Fleisch und seine Bestandtheile, dass in die Salzlake der dritte Theil bis die Hälfte der Flüssigkeit übergehe, die einen Bestandtheil des frischen Fleisches ausmacht. Diese Salzlake enthält demnach die Hauptbestandtheile einer concentrirten Fleischbrühe, so dass beim Einsalzen die Zusammensetzung des frischen Fleisches verändert wird und zwar in einem noch höheren Grade, als dies durch das Kochen geschieht. Beim Kochen bleibt nämlich das nahrhafte Albumin im geronnenen Zustande in dem Fleischstücke, aber beim Einsalzen trennt sich das Albumin vom Fleisch; aus der bis zum Sieden erhitzten Salzlake scheidet sich das Albumin reichlich als Gerinnsel ab. Die Salzlake enthält Milchsäure, Phosphorsäure, Magnesia, Kali, Kreatin und Kreatinin. Es ist hiernach klar, dass dem Fleische beim Einsalzen durch das Austreten der Fleischflüssigkeit eine Anzahl von Stoffen entzogen wird, die zu seiner Constitution gehören, und dass damit das Fleisch im Verhältniss zu diesem Verluste von seiner Ernährungsfähigkeit verliert. Wenn diese Bestandtheile nicht von anderer Seite ersetzt werden, so tritt nothwendig die Folge ein, dass das Fleisch zu einem mangelhaften und für die Gesundheit nicht zuträglichen Nahrungsstoffe wird. Es ist auch durch die Erfahrung bewiesen, dass durch gesalzenes Fleisch auf die Dauer hin der Gesundheitszustand eines Individuums nicht erhalten werden kann. Man vermuthet und gewiss nicht mit Unrecht, dass der Skorbut, eine Krankheit in Folge mangelhafter Beschaffenheit der Säfte, besonders eine Folge des Genusses von Salzfleisch sei.

Räuchern des Fleisches.

Das Räuchern des Fleisches oder das Behandeln desselben mit Holzrauch, um es vor Fäulniss zu schützen, lässt sich noch nicht mit Sicherheit in jeder Beziehung auf naturwissenschaftliche Principien zurückführen. Vor allem spielt die Wärme des Rauches eine Hauptrolle, indem dadurch das Fleisch so viel als möglich ausgetrocknet wird; ferner befindet sich im Rauch das von v. Reichenbach entdeckte Kreosot, welches sich durch die Eigenschaft auszeichnet, die albuminösen Bestandtheile des Fleisches zu coaguliren und unlöslich zu machen. Unlösliche Stoffe aber faulen entweder schwierig oder gar nicht mehr. Dass ausserdem im Rauche enthaltener Essig (Holzessig) und noch andere Bestandtheile

des Rauches (Benzol und die dem Kreosot homologe Carbolsäure und die ähnliche Oxyphensäure) bei dem Räuchern des Fleisches eine Rolle spielen, ist sehr wahrscheinlich.

Wenn auch die Nahrhaftigkeit des geräucherten Fleisches mit der des frischen nicht verglichen werden kann, so hat doch das Räuchern vor dem Einsalzen unbestritten den Vorzug, dass von den Bestandtheilen des Fleisches und der Fleischflüssigkeit nichts verloren geht. Ob indessen das Ueberführen gewisser löslicher Bestandtheile in den unlöslichen Zustand durch das Räuchern nicht in Bezug auf Ernährungsfähigkeit ähnliche Verluste herbeiführte, wie es beim Einsalzen durch directe Entziehung der Stoffe der Fall ist, ob überhaupt der Process des Räucherns nicht einigermaassen einem Gerbeprocess zu vergleichen ist, wodurch natürlich die Verdaulichkeit des Fleisches vermindert wird, dies sind Fragen, deren Beantwortung durch die Chemie und Physiologie noch zu erwarten steht.

Essig ist ein recht brauchbares Mittel, Fleisch auf einige Zeit vor der Fäulniss zu schützen (Sauerbraten, in Essig eingelegtes Geflügel). Es ist sehr wahrscheinlich, dass wir in der gegenwärtig so wohlfeil zu erlangenden concentrirten Essigsäure ein gutes Mittel besitzen, von Knochen sorgfältig befreites Fleisch im Grossen zu conserviren, vorausgesetzt, dass der Zutritt der Luft dabei abgeschlossen werde.

In neuerer Zeit hat der Franzose Robert (wie schon in früherer Zeit Braconnot) vorgeschlagen, Fleisch behufs seiner Conservirung mit schwefliger Säure zu behandeln. Fleischstücke von 2—3 Kilogr. setzt man 10 Minuten lang der Einwirkung von schwefligsaurem Gase aus, grössere Stücke von 10 Kilogr. längere Zeit, etwa 20—25 Minuten. Die mit schwefliger Säure behandelten Substanzen werden einige Zeit der Luft ausgesetzt, damit die schweflige Säure abdunste, und dann mit einem Ueberzuge versehen, indem man mit Hülfe eines Pinsels eine mit Melasse versetzte Auflösung von Albumin in Eibischwurzelabkochung aufträgt. Neuerdings überzieht man das in trockner heisser Luft getrocknete Fleisch mit einer dünnen Schicht von Guttapercha oder Kautschuk. Zu diesem Behufe wird das zu conservirende Fleisch wiederholt in eine verdünnte Lösung einer der genannten Substanzen in Schwefelkohlenstoff getaucht; ein 2—3maliges Eintauchen ist in den meisten Fällen genügend. Dass niedere Temperatur zu den vorzüglichsten Conservationsmitteln gehört, die es nur giebt, ist allgemein bekannt. Fleisch in Eiskellern aufbewahrt, fault nicht. Ein überraschendes Beispiel von der conservirenden Eigenschaft der Kälte hat man in der Erhaltung des Mammuth, welchen Pallas noch mit sämmtlichen Weichtheilen in Sibirien eingefroren fand. In England pflegt man Fische, namentlich Lachse, in Eis zu verpacken, um sie von den nördlichen Gegenden Englands und Schottlands nach London zu transportiren.

V. Die Färberei und Druckerei.

Die Färberei und Druckerei im Allgemeinen.

Färberei und Druckerei im Allgemeinen. Die Färberei hat zum Zweck, die Gewebe chemisch mit den Farbstoffen zu verbinden und erstere dadurch in gefärbte Zeuge umzuwandeln. Sie unterscheidet sich von dem Malen und Anstreichen dadurch, dass die Farbstoffe nach chemischen Grundsätzen auf die thierische und vegetabilische Faser befestigt werden, und nicht nur auf der Oberfläche durch Adhäsion haften, obgleich bei dem Malen und Anstreichen oft dieselben Substanzen wie beim Färben Anwendung finden. Das Bedrucken der Zeuge mit Farbstoffen, die Zeugdruckerei, ist eine örtliche Färberei und ein wichtiger Theil der Färberei im Allgemeinen.

Farbstoffe. Die zur Färberei angewendeten Substanzen, die Farbstoffe (Pigmente) sind theils mineralischen, theils animalischen und vegetabilischen Ursprungs. Unter den zahlreichen *mineralischen Farbstoffen* sind nur wenige, die vermöge ihrer Eigenschaften in der Färberei Anwendung finden können, und es ist für sie eigenthümlich, dass sie erst auf der zu färbenden Pflanzen- oder Thierfaser hervorgebracht werden. Ein sehr gebräuchlicher mineralischer Farbstoff ist z. B. das chromsaure Bleioxyd. Nicht aber lässt sich diese Substanz als solche direct in der Färberei anwenden, sondern man bildet sie erst aus ihren Bestandtheilen auf der Faser selbst, indem man dieselbe zuerst mit einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd tränkt, und die so vorbereitete Faser sodann durch eine Lösung von chromsaurem Kali zieht. Es bildet sich chromsaures Bleioxyd, das in den innern Theilen der Faser niedergeschlagen, fest an derselben haftet. Von den *animalischen Farbstoffen* wendete man früher den Saft der Purpurschnecke und den Kermes (*Coccus ilicis*) an, jetzt aber benutzt man von denselben nur noch die Cochenille (*Coccus cacti*) und eine Secretion der Gummischildlaus (*Coccus laccae*). Der bei weitem grösste Theil der Farbstoffe stammt aus dem Pflanzenreiche, und man versteht unter vegetabilischen Pigmenten diejenigen Körper, denen gewisse Pflanzen oder einzelne Theile derselben ihre eigenthümliche Färbung verdanken. Es scheint aus neueren Untersuchungen hervorzugehen, dass ein grosser Theil der sogenannten Farbstoffe in der Pflanze im farblosen Zustande enthalten ist, und sich erst unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft färbt. Allgemeine Eigenschaften der vegetabilischen Farbstoffe lassen sich nicht angeben, da sie, ausser dem Gefärbtsein, einen gemeinsamen Charakter nicht besitzen. Fast sämmtlich werden die Farbstoffe an feuchter Luft unter dem Einflusse des Sonnenlichts zersetzt (sie verschiessen). Chlor bleicht die Pigmente und zerstört ihre Farbe, schweflige Säure bringt sie zum Verschwinden, zerstört sie aber nicht. In Folge des Aufschwunges, den die organische Chemie seit etwa zwei Jahrzehnten genommen, ist zu den drei genannten Arten eine neue Klasse von Farbstoffen gekommen, die wir *chemische Farbstoffe* nennen wollen, insofern sie durch die

Kunst des Chemikers aus meist ungefärbten organischen Substanzen dargestellt werden. Letztere Farbstoffe scheinen die Bestimmung zu haben, sämmtliche in der Färberei bisher übliche vegetabilische und thierische Farbstoffe ersetzen zu sollen. Die chemischen Farbstoffe werden aus dem Theer dargestellt und zwar vorzugsweise aus vier Bestandtheilen desselben, nämlich dem Anilin, dem Naphtalin, dem Benzol und der Carbolsäure. Sie sind unter dem Namen der Anilinfarben und der Naphtalinfarben bekannt, wozu sich noch die in der Gelbfärberei angewendete Pikrinsäure gesellt. Zu den chemischen Farben gehören auch die durch Zersetzung der Alkaloide (Cinchonin, Chinin u. dergl.) erhaltenen Farben, so das Chinolinblau*), das Chiningrün (Dalleiochin) etc. Die Entdeckung der chemischen Farbstoffe hat bereits eine Umwälzung in der Färberei und Farbenbereitung bewirkt, deren Folgen noch nicht übersehen werden können. Bei weiterer Untersuchung der im Laboratorium des Chemikers dargestellten Farbstoffe wird sich ohne Zweifel bei Manchem die Identität mit in der Natur fertig gebildeten Farbstoffen des Pflanzen- und Thierreiches herausstellen.

Lackfarben. Die Lacke oder Lackfarben sind chemische Verbindungen von Thonerde, Zinnoxyd oder Bleioxyd (zuweilen auch Baryt und Antimonoxyd) mit dem Farbstoffe, z. B. des Krapps, der Cochenille, Wau, Rothholzes u. s. w., obgleich bestimmte Verhältnisse bis jetzt noch nicht ermittelt worden sind. Anstrichfarben heissen in Wasser unlösliche Verbindungen, welche mit Leimwasser (als Leim- oder Wasserfarben) oder Oelfirniss (als Oelfarben) aufgetragen werden, z. B. Bleiweiss, Berlinerblau, Ultramarin, Chromgelb, Zinnober u. s. w. Tuschfarben sind erdige und deckende Farben, welche den Farbstoff in der Flüssigkeit, die man zum Malen anwendet, nicht aufgelöst, sondern nur suspendirt enthalten. Pastellfarben sind endlich Lack- und Metallfarben, mit Thon (Porcellanerde) und etwas Tragantschleim und häufig Seife oder Fettsubstanz gemengt und in Form von Stiften gebracht; sie werden trocken angewendet.

Farben. Die in der Färberei angewendeten Farben, welche den zu färbenden Gegenstand in seiner ganzen Masse färben, heissen allgemein Zeugfarben. Farben, die dagegen nur auf der Oberfläche färben, nennt man Malerfarben. Letztere werden unterschieden als Saftfarben, Lackfarben und Anstrichfarben. Die Saftfarben sind in Wasser oder Firniss mehr oder weniger lösliche Farben, welche nicht decken, sondern durchscheinend (lasirend, daher Lasurfarben) sind. Hierher gehören Saftgrün, Gummigutt, Carminlösung und lösliches Berlinerblau.

Die Theerfarbstoffe.

Anilinfarben. Das Anilin, das gegenwärtig den Ausgangspunkt zur Darstellung der Anilinfarben bildet, ist eine flüchtige organische Base von der Zusammensetzungsformel $C_{12}H_7N$. Sie erscheint, so wie sie die Anilinfabriken liefern, als eine weingelbe, mit der Zeit sich bräunende Flüssigkeit von 1,028 spec. Gewicht und einem Siedepunkt von 180°. Das Anilin löst sich in jedem Verhältnisse in Alkohol, Benzol und Aether, aber nur wenig in Wasser. Es bildet sich bei der trocknen Destillation der Steinkohlen und findet sich in dem Theer (jedoch kaum in der Menge von 0,5 pCt.), aus welchem es durch Behandeln desselben mit verdünnter Schwefelsäure und Zersetzen des schwefelsauren Anilins durch Destillation mit Natronlauge oder Kalkmilch gewonnen werden kann. Die Ausbeute ist jedoch so gering, dass es zweckmässiger ist, das Anilin auf Umwegen aus gewissen Bestandtheilen des Theeres darzustellen. Man wählt hierzu entweder das Benzol oder die phenylige Säure.

Wird das Anilin, wie es wol meist der Fall ist, mittelst Benzol dargestellt, so fängt man bei der Destillation des Theeres die zwischen 80 und 85° übergehenden Antheile auf, die wesentlich aus Benzol bestehen, und wandelt diesen Antheil durch Behandeln mit Salpetersäure (oder auch mit einem Gemenge von Chilesalpeter und concentrirter Schwefelsäure) in Nitrobenzol $C_{12}H_5(NO_4)$ um. Letzteres besitzt

*) Das Chinolinblau oder Cyanin ist die Jodverbindung einer besonderen Base $C_{60}H_{39}N_2$, welche aus dem *Lepidin* $C_{20}H_9N$ sich bildet.

einen entschiedenen Geruch nach Bittermandelöl und findet deshalb in der Parfümerie unter dem Namen künstliches Bittermandelöl, Anwendung. Das Nitrobenzol wird durch gewisse reducirende Agentien (z. B. Wasserstoff im Ausscheidungsmomente, Schwefelwasserstoffgas, arsenige Säure, Antimonoxyd, essigsaures Eisenoxydul, Zinn und Salzsäure etc.) in Anilin übergeführt. In den Anilinfabriken lässt man meist Eisenfeile und Essigsäure auf Nitrobenzol einwirken; neben Eisenoxyd bildet sich essigsaures Anilin, welches durch Destillation mit Kalk zersetzt wird. Das mit Wasser übergegangene Anilin wird durch Chlorcalcium entwässert und rectificirt:

1 Aequiv. Nitrobenzol $C_{12}H_5NO_4 = 123$	giebt	1 Aequiv. Anilin $C_{12}H_7N = 93$

Das Anilin hat die Eigenschaft, unter gewissen Verhältnissen mit ozonabgebenden oder ozonbildenden Agentien, wie mit Chlorkalk, Salpetersäure, Chromsäure, der Mercer'schen Flüssigkeit (ein Gemenge von Ferridcyankalium mit Natron- oder Kalilauge), übermangansaurem Kali, Quecksilberoxyd, Silberoxyd, Blei- und Mangansuperoxyd, Goldchlorid, Quecksilber-, Titan- und Zinnchlorid, Arsensäure, Antimonsäure, Chlorelayl, Chlorkohlenstoff u. s. w. zusammengebracht, prächtige violette, rothe und blaue Farben zu bilden, welche in der Färberei unter dem Namen Corallin, Tyralin, Fuchsin, Azaleïn, Purpurin, Mauve, Magenta, Harmalin, Indisin, Solferino etc. etc. gebräuchlich sind. Die klassischen Untersuchungen A. W. Hofmann's haben gezeigt, dass die meisten dieser gefärbten Verbindungen auf eine eigenthümliche (für sich ungefärbte) Base, das Rosanilin $C_{40}H_{19}N_3$ zurückzuführen sind, deren Salze die prachtvollen Färbungen der Anilinfarben zeigen. Besonders das essigsaure Rosanilin zeichnet sich durch seine wundervolle Farbe aus. Ueber die Bereitung eines reinen blauen Farbstoffes aus Anilin sind bis jetzt nur wenige Thatsachen bekannt. Behandelt man nämlich ein Gemisch von gleichen Gewichtstheilen Anilin und phenyliger Säure mit Chlorkalklösung, so erhält man eine dunkel indigblau gefärbte Flüssigkeit, deren Farbstoff eine ziemliche Haltbarkeit besitzt. Ferner erhält man Indigblau durch Zusammenbringen von Anilinroth mit einer alkalischen Lösung von Gummilack; letztere Farbe ist *Bleu de Mulhouse* genannt worden. Lässt man Fuchsin auf überschüssiges Anilin einwirken, so bildet sich Anilinblau, das man *Bleu de Paris* genannt hat. Auch aus dem Lepidin lässt sich ein blauer Farbstoff, das Cyanin darstellen.

Die Anilinfarben sind nicht sehr lichtfest und stehen in dieser Hinsicht den Farben aus Krapp und Cochenille weit nach. Versuche, diese Farben durch Versetzen mit fluorescirenden Substanzen, so z. B. mit einer Lösung von schwefelsaurem Chinin, lichtbeständiger zu machen, haben bis jetzt noch keine zufriedenstellenden Ergebnisse geliefert. Man befestigt die Anilinfarben in der Färberei und Druckerei theils mit Blei- und Zinnsalzen, theils mittelst Kleber und Caseïn, theils endlich mit Hülfe von Leim und Gerbsäure.

Auf ähnliche Weise wie aus dem Benzol lassen sich auch aus dem Naphtalin $C_{20}H_8$ gefärbte Verbindungen, die Naphtalinfarben darstellen, welche theils von dem Binitronaphtalin, theils auch von der Base, Naphtylamin $C_{20}H_{19}N$ abstammen.

Rothe Farbstoffe.

Rothe Farbstoffe. Krapp.

Der Krapp ist die Wurzel der Färberröthe (*Rubia tinctorum* und *Rubia peregrina*), einer im südlichen Europa und in Asien wachsenden Pflanze. Die Wurzel ist mehrere Zoll lang, wenig ästig und etwas stärker als ein Federkiel. Sie ist mit einer braunen Decke überzogen, innerlich aber von gelbrother Farbe. Sie

kommt theils von der Rinde und den Wurzelfasern befreit, theils gemahlen in den Handel. Im gemahlenen Zustande erscheint sie als ein grobes, rothgelbes, stark und eigenthümlich riechendes Pulver, das sorgfältig gegen Luft- und Lichteinwirkung geschützt, aufbewahrt werden muss. Die beste Sorte des Krapps ist die aus der Levante (Smyrna, Cypern), die unter dem Namen Lizari oder Alizari ungemahlen in den Handel kommt. Der holländische Krapp ist geschält oder beraubt, wenn man mittelst der Mühlbeutel die Schale der Rinde und zuweilen selbst den inneren Theil entfernt hat. Ungeschält und unberaubt wird er genannt, wenn er gemahlen worden ist, ohne die Schale der Rinde zu entfernen. Am häufigsten findet sich Krapp aus dem Elsass (Strasburg, Hagenau, Geisselbrunn). Unter dem Mullkrapp versteht man die schlechteste Sorte Krapp aus Staub und Abfall bestehend. Während man ehedem in dem Krapp nicht weniger als fünf Farbstoffe annahm, ist aus neueren Untersuchungen hervorgegangen, dass diese Wurzel im frischen Zustande nur einen Farbstoff, die Ruberythrinsäure (früher Xanthin genannt) $= C_{72}H_{40}O_{40}$ enthält. Diese Säure zerfällt unter dem Einflusse einer eigenthümlichen, in dem Krapp enthaltenen stickstoffhaltigen Substanz in den eigentlichen Farbstoff des Krapps, in das Alizarin und in Zucker:

$$\underbrace{C_{72}H_{40}O_{40}}_{\text{Ruberythrinsäure.}} + 2\,HO = \underbrace{C_{60}H_{30}O_{30}}_{\text{Alizarin.}} + \underbrace{C_{12}H_{12}O_{12}}_{\text{Zucker.}}$$

Das Alizarin ist von gelber Farbe, wird aber durch Alkalien und Erden roth gefärbt. Ausserdem findet sich in dem Krapp noch ein rother Körper, das Purpurin oder Rubiacin, das für sich ohne Färbevermögen, aber in Verbindung mit Alizarin den Färbeprocess unterstützt.

Krapplack. Krapplack ist eine Verbindung von Alizarin und Purpurin mit basischen Thonerdesalzen; um ihn darzustellen, zieht man ausgewaschenen Krapp mit einer Alaunlösung aus und schlägt die Flüssigkeit durch kohlensaures Natron oder durch Borax nieder, worauf der Niederschlag ausgewaschen und getrocknet wird. **Krappblumen.** Die Krappblumen erhält man durch Auswaschen und Auspressen des gemahlenen Krapps; sie werden ebenso wie der Krapp angewendet, vor welchem sie den Vortheil besitzen, dass sie durch Erniedrigung der Temperatur des Färbebades nicht an Färbevermögen einbüssen. Das Waschen des Krapps scheint demnach die Entfernung derjenigen Substanz (einer Pektinsubstanz?) zu bewirken, welche unter den letzteren Umständen unlöslich wird. **Azale.** Indem man die Krappblumen mit siedendem Holzgeist extrahirt, den Auszug filtrirt und ihm destillirtes Wasser zusetzt, erhält man einen reichlichen gelben Niederschlag, der mit Wasser ausgewaschen und getrocknet wird. Er führt den Namen Azale (von *azala*, einer arabischen Bezeichnung des Krapps) und ist von Frankreich aus zum Färben vorgeschlagen worden. Wahrscheinlich ist dieser Körper nichts anderes als Alizarin.

Garancin. Das Garancin oder die Krappkohle ist ein Präparat aus Krapp, welches die bei der Färberei wirkenden Bestandtheile in einer concentrirteren und leichter ausziehbaren Gestalt enthält. Um sie darzustellen, übergiesst man fein gemahlenen, mit Wasser befeuchteten Krapp mit $^1/_2$ Th. concentrirter Schwefelsäure und 1 Th. Wasser, erhitzt das Gemisch ungefähr eine Stunde lang bis auf 100°, befreit darauf die Masse durch Auswaschen von aller Säure, presst und trocknet sie. Durch die Schwefelsäure werden die der Färberei hinderlichen Substanzen des Krapps zerstört und durch das darauf folgende Auswaschen entfernt, während die Farbstoffe mit zum Theil verkohlten organischen Substanzen zurückbleiben. Im Durchschnitt kann man annehmen, dass 3—4 Th. Krapp durch 1 Th. Garancin ersetzt werden können. **Garanceux.** Da der Krapp beim Ausfärben seine Farbstoffe nicht vollkommen verliert, so trennt man die Rückstände durch Filtriren von der Flüssigkeit, und behandelt dieselben mit $^1/_3$ ihres Gewichtes englischer Schwefelsäure. Die Masse wird dann ebenso wie die Garancine ausgewaschen und getrocknet. Sie heisst Garanceux und steht selbstverständlich der Garancine an Färbevermögen nach.

Colorin. Die im Handel unter dem Namen Colorin vorkommende Substanz ist das weingeistige und zur Trockne verdunstete Extract des Garancins und besteht wesentlich aus Alizarin, mit Purpurin, Fett und anderen in Weingeist löslichen Bestandtheilen des

Krapps verunreinigt. In neuester Zeit stellt E. Kopp die technisch reinen Farbstoffe aus dem Krapp durch Ausziehen mit einer wässrigen Lösung von *schwefliger Säure* dar.

Rothholz. Mit dem Namen Roth- oder Brasilienholz bezeichnet man mehrere in der Rothfärberei angewendete Hölzer der Gattung *Caesalpinia*. Die beste Sorte ist das Fernambukholz von *Caesalpinia brasiliensis s. crista*, das auswendig gelbbraun, inwendig hellroth, schwer und ziemlich hart ist. Es führt den Namen von der Stadt Fernambuco in Brasilien, in deren Nähe es häufig wächst. Es kommt ganz und gemahlen in den Handel. Eine schlechtere Sorte ist das Sapanholz (*C. Sapan*), welches in Japan wächst; noch weniger Werth hat das Lima- oder Nicaraguaholz oder *Bois de St. Marthe* (*C. echinata*) und das Brasiletholz (*C. vesicaria*). In allen diesen Hölzern findet sich der Farbstoff Brasilin, ein in farblosen, kleinen Nadeln krystallisirender Körper, dessen wässerige Lösung an der Luft, besonders schnell beim Sieden und bei Gegenwart von Alkalien ins Carmoisinrothe übergeht. In der Färberei wird vermittelst des Rothholzes eine schön rothe, aber keineswegs dauerhafte Farbe erzeugt*). Ausserdem gebraucht man es zur Darstellung des Kugellackes.

Sandelholz. Das Sandelholz (Kaliaturholz) kommt als gelbes und rothes im Handel vor. Das rothe stammt von *Pterocarpus Santalinus*, einem auf Ceylon und in Ostindien wachsenden Baume. Man führt es in gespaltenen Scheiten von gradfaserigem Gefüge und dunkelrother, innen hellerer Farbe ein. Der in dem Sandelholz enthaltene Farbstoff ist harzartiger Natur und führt den Namen Santalin. Neuere Untersuchungen zeigten, dass dieser Farbstoff kein farbloser sei, wie früher allgemein angenommen wurde. Man benutzt das Sandelholz zu gefärbten Lacken, zur Meublepolitur, zur Erzeugung von Braun in der Wollenfärberei, zum Rothfärben des Leders, zu Zahnpulver u. s. w. Der gleiche Farbstoff findet sich in dem sogenannten Barwood- oder Camholz, das von *Baphia nitida*, einem in Afrika wachsenden Baume stammt. Dieses Holz soll 23 pCt. Santalin enthalten, während das Sandelholz nur 16 pCt. enthält.

Safflor. Der Safflor besteht aus den getrockneten Blumenblättern der Safflorpflanze, Farbendistel (*Carthamus tinctorius*), eines distelartigen Gewächses, das in Ostindien, Aegypten, in den südlichen Ländern Europas, zum Theil auch in Deutschland angebaut wird. Der Safflor enthält einen rothen, in Wasser unlöslichen (Carthamin) und einen gelben, in Wasser löslichen Farbstoff. Je reiner der Safflor von Samen, Spreu u. s. w., je dunkler feuerroth die Farbe, desto besser ist er. Das Carthamin oder *Rouge végétale* wird auf folgende Weise dargestellt: Man zieht den Safflor mit einer sehr verdünnten Lösung von kohlensaurem Natron aus, taucht in die Lösung Streifen von Baumwolle und neutralisirt das Alkali mittelst Essigs oder verdünnter Schwefelsäure. Die roth gefärbten Streifen werden darauf ausgewaschen, mit einer Lösung von kohlensaurem Natron ausgezogen und diese mit einer Säure gefällt. Der so erhaltene Niederschlag wird ausgewaschen und auf Tellern getrocknet (Teller- oder Tassenroth). Das Carthamin erscheint in dünnen

*) Man benutzt das Rothholz zur Fabrikation der rothen Tinte. Man nimmt dazu 16 Loth Rothholz, 2 Loth Alaun, 2 Loth *Cremor tartari* mit 2 Quart Wasser, kocht die Flüssigkeit bis auf ein Quart ein und setzt darauf zu der durchgegossenen Flüssigkeit 2 Loth arabisches Gummi und 2 Loth weissen Candiszucker. Eine noch schönere und haltbarere Tinte erhält man indem man 2 Decigramme (4 Gran) Carmin in 1 Loth Aetzammoniakflüssigkeit löst, und dazu eine Lösung von 1 Gramm (18 Gran) arabischem Gummi in 3 Loth Wasser setzt.

Rinden, die im auffallenden Lichte goldgrün, im durchgehenden roth aussehen. Das durch wiederholtes Auflösen und Niederschlagen gereinigte Carthamin führt den Namen Safflorcarmin. Das Carthamin wird mit gepulvertem Talk gemengt, als rothe Schminke angewandt. Der Safflor wird in der Seidenfärberei benutzt. Die erzeugte rothe Farbe ist aber sehr vergänglich.

Cochenille. Die Cochenille oder Nopal-Schildlaus ist ein getrocknetes Insekt von der Grösse und Gestalt einer Wanze, das wir aus Mexiko, Peru, Brasilien, Algier und vom Cap der guten Hoffnung erhalten. Es ist eine Art Schildlaus (*Coccus cacti*), die auf mehreren Cacteenarten, namentlich auf dem Cochenille-Cactus (der Nopalpflanze), wie auch auf *Cactus opuntia* vorkommt, theils auch in besonderen Pflanzungen cultivirt wird. Die männlichen Thiere sind geflügelt, die weiblichen ungeflügelt. Nach der Begattung werden die weiblichen Thiere eingesammelt, was im Jahre zweimal geschieht, durch heisse Wasserdämpfe oder durch die Hitze eines Backofens getödtet und getrocknet. Man unterscheidet im Handel zwei Sorten, die feine Cochenille oder Mestica, die vorzüglich in Mestek, einer Provinz von Honduras an den cultivirten Nopalpflanzen gesammelt wird, und die Wald- oder wilde Cochenille, die man vom wildwachsenden Cactus sammelt; letztere Sorte ist geringer und findet minder häufige Anwendung. Die Cochenille erscheint in kleinen dunkelbraunrothen, zusammengeschrumpften Körnern, an deren Unterseite der Bau der Thiere noch einigermaassen erkannt werden kann. Zuweilen ist sie mit einem weisslichen Staube bedeckt, oft aber ist sie auch glänzend und schwarz. Dieser weisse Ueberzug, welchen man der Cochenille sehr oft durch Talk, Kreide oder Bleiweiss giebt, ist mikroskopischen Untersuchungen zu Folge, das Excrement des Thieres und erscheint unter dem Mikrokospe als weisse, gekrümmte Cylinder, von sehr gleichmässigem Durchmesser. Der Farbstoff der Cochenille ist eine Säure, die Carminsäure, die, nach den gewöhnlichen Methoden dargestellt, den Namen Carmin führt. Man stellt letzteren dar, indem man Cochenille mit siedendem Wasser auszieht, die klar abgegossene Lösung mit Alaun versetzt und stehen lässt. Der sich absetzende Niederschlag wird ausgewaschen und getrocknet. Oder indem man die gepulverte Cochenille mit kohlensaurer Natronlösung auszieht, die Flüssigkeit mit Eiweiss versetzt und sodann durch verdünnte Säuren fällt. Der ausgewaschene Niederschlag wird bei 30° getrocknet. Er bildet eine vorzügliche Sorte Carmin; die schlechteren Sorten, unter die auch der Carminlack und die besseren Kugellacke gehören, bereitet man durch Fällen eines alaunhaltigen Cochenillenauszugs mit kohlensaurem Natron, die um so geringer sind, je mehr sie Thonerde enthalten.

Lac-Dye. Unter Lac-Dye oder Färbelack versteht man einen aus dem Stock- oder Körnerlack gezogenen rothen Farbstoff, mit welchem man fast eben so schön und dauerhaft als mit der Cochenille färben kann. Die in Ostindien vorkommende Lackschildlaus (*Coccus laccae*) sticht in die Zweige gewisser Feigenbäume, die dadurch einen milchigen Saft von sich geben, der die Thiere umgiebt und erhärtet. Das Harz ist von dem in den Thieren enthaltenen rothen Farbstoff gefärbt. Man zieht den Lac-Dye aus dem Stocklack durch kohlensaures Natron aus und fällt darauf mit Alaun. Dieser Farbstoff ist von dem der Cochenille nicht sehr verschieden. Ebenso kommt mit demselben der von dem Kermes (*Coccus ilicis*), von *Coccus polonicus* (Johannisblut) und von *Coccus fabae* überein. Letztere enthalten viel Fett, das durch Auspressen zum Theil entfernt werden kann.

Orseille und Persio. Unter Orseille (Archil), Persio und Cudbear versteht man teigartige Massen, welche als rothe Farbstoffe in den Handel kommen. Man erhält

die Orseille, indem man mehrere Flechten (*Roccella tinctoria*, *R. Montagnei*, *Usnea barbata*, *U. florida*, *Lecanora parella*, *Unceolaria scruposa*, *Ramalina calicaris*, *Gyrophora pustulata* u. s. w.) in ein feines Pulver verwandelt und das Pulver mit Harn angerührt der Fäulniss überlässt. Das durch die Fäulniss des Harnes entstandene kohlensaure Ammoniak wirkt auf die in diesen Flechten enthaltenen Flechtensäuren: Alpha- und Betaorsellsäure, Erythrinsäure, Gyrophorsäure, Evernsäure, Usninsäure etc. ein, und verwandelt diese stickstoffreien Substanzen unter Austreten von Wasser in Orcin $C_{14}H_8O_4$, welches durch Aufnahme von Stickstoff und Sauerstoff in das Orcein $C_{14}H_7NO_6$ übergeht, welches letztere als der wesentliche Farbstoff der Orseille zu betrachten ist. Letztere erscheint als röthlicher Teig von eigenthümlich veilchenartigem Geruche und alkalischem Geschmacke. Die Bereitung derselben geschieht hauptsächlich in England und Fankreich aus Flechten, die auf den canarischen Inseln, zum Theil auch auf den Pyrenäen gesammelt werden. — Der Persio, Cudbear oder rothe Indig ist ziemlich dasselbe Produkt als die Orseille. Er wurde früher in Schottland aus den dortigen Flechten dargestellt, jetzt aber in grosser Menge in Deutschland (Stuttgart), Frankreich und England fabricirt. Er erscheint als röthlich violettes Pulver. Seit einigen Jahren kommen zwei Orseillepräparate in den Handel, welche die Orseillefarbstoffe im Zustande grosser Reinheit enthalten, nämlich der Orseillecarmin und der Orseillepurpur (*pourpre francaise*).

Weniger wichtige rothe Farbstoffe. Rothe Farbstoffe von untergeordneter Bedeutung sind die Alkannawurzel (*Anchusa tinctoria*), das Drachenblut, ein rothes Harz von *Dracaena draco*, das Harmalaroth aus den Samen der Steppenraute (*Peganum Harmala*), das Chicaroth oder Carajuru aus den Blättern der *Bignonia chica*, eines in Venezuela wachsenden Baumes und der Purpurcarmin oder das Murexid, durch Behandeln der Harnsäure mit oxydirenden Mitteln wie mit Salpetersäure, und dann mit Ammoniak, erhalten.

Blaue Farbstoffe.

Blaue Farbstoffe. Indig. Unter den blauen Farbstoffen steht der Indig oben an, der zwar schon den Römern und Griechen bekannt war und von denselben zum Malen benutzt wurde, aber erst seit der Mitte des 16. Jahrhunderts in Europa zum Färben Anwendung fand. Der Indig ist ein im Pflanzenreiche sehr verbreiteter Stoff. In der bedeutendsten Menge findet er sich in den Blättern verschiedener Arten der Anilpflanze (*Indigofera*). Ausserdem ist er enthalten im Waid (*Isatis tinctoria*), im *Nerium tinctorium*, in der *Marsdenia tinctoria*, im *Polygonum tinctorium*, im *Asclepias tingens* u. s. w. Der Farbstoff des Indigs ist als solcher nicht in der Pflanze enthalten, sondern bildet sich erst, wenn der frisch ausgepresste Saft der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Aus vielen Untersuchungen geht hervor, dass in der frischen Pflanze der farblose Farbstoff mit einer Base, mit Kalk oder einem Alkali verbunden, enthalten ist. Nach Schunck findet sich in der Indigpflanze das Indican, welches sich durch Gährung, so wie durch die Einwirkung starker Säuren in Indigblau und in Zucker spaltet. Der Indig des Handels wird in Ost- und Westindien, in Süd- und Mittelamerika, in Aegypten u. s. w. aus der Anilpflanze dargestellt. In Ostindien erhält man auch Indigo aus *Nerium tinctorium*. Zur Gewinnung des Indigs aus den Anilpflanzen benutzt man hauptsächlich folgende fünf Arten: *Indigofera tinctoria*, *I. anil*, *I. disperma*, *I. pseudotinctoria* und *I. argentea*. Die Anilpflanze verlangt ein warmes Klima und einen Boden, dessen Lage vor Ueberschwemmungen geschützt ist. Nach gehöriger Entwickelung der Pflanzen werden dieselben mit einer Sichel dicht am Boden abgeschnitten und darauf in die Indig-

fabrik gebracht, in der man den Indig auf folgende Weise darstellt: Gewöhnlich sind an dem Orte der Fabrikation zwei grosse Cisternen übereinander gemauert angebracht. Die Pflanzen werden zuerst in die obere, in die Gährungsküpe (*Trempoire*) gebracht und darin mit kaltem Wasser übergossen, so dass das Wasser einige Zoll hoch über den Pflanzen steht. Hier gerathen die Pflanzen in Gährung, die unter Entwickelung einer grossen Menge Gas und eines eigenthümlichen Geruches vor sich geht. Die Flüssigkeit nimmt dabei erst eine grüne und dann eine blaue Farbe an. Bei einer Temperatur von 30° ist die Gährung nach 12—15 Stunden beendigt. Darauf lässt man durch einen unten angebrachten Hahn die Flüssigkeit in die zwei Cisterne, die Schlagküpe (*Batterie*) ablaufen, reinigt die erstere von den ausgezogenen Pflanzen, die man trocknet und als Brennmaterial benutzt, und legt sofort wieder frische Pflanzen ein, welche auf gleiche Weise behandelt werden. Diese Operation wird ohne Unterbrechung bis zur Beendigung der Ernte fortgesetzt. Die in der Schlagküpe befindliche Flüssigkeit ist klar, von grünlich gelber Farbe, und enthält den Farbstoff aufgelöst. Um ihn daraus abzusondern, wird die Flüssigkeit mit Stöcken oder Schaufeln umgerührt. Der Zweck dieses Schlagens ist, die Indiglösung in vielfache Berührung mit der atmosphärischen Luft zu bringen, wodurch sich der Indig blau färbt, und ferner, das Abscheiden des gebildeten Indigs zu befördern. Das Schlagen darf weder zu kurze, noch zu lange Zeit fortgesetzt werden. So wie der Arbeiter wahrnimmt, dass die blauen Farbetheilchen sich vereinigen und sich von der Flüssigkeit trennen, so wird das Umrühren eingestellt, um dem Farbstoffe Zeit zu geben, sich am Boden der Cisterne abzusetzen. Das Niedersinken der Farbetheilchen aus der Flüssigkeit befördert man zuweilen durch Kalilauge oder Kalkwasser. Die Menge des ausgeschiedenen Indigs beträgt von 1000 Th. Flüssigkeit 0,5—0,75 Th. Wenn sich aller Indig abgesetzt hat, zapft man die darüber stehende Flüssigkeit ab und bringt den breiartigen Niederschlag in den sogenannten Sammelkasten, in welchem er von dem überschüssigen Wasser getrennt wird. Darauf wird der Brei in Pressbeutel gebracht, um alles Wasser abtropfen zu lassen, und daraus in hölzerne Kasten geschüttet und getrocknet.

Eigenschaften des Indigs. Der im Handel vorkommende Indig ist von tiefblauer Farbe, mattem erdigen Bruche und giebt beim Reiben mit einem harten Körper einen glänzend purpurrothen Strich. Er enthält ausser mineralischen Bestandtheilen eine leimartige Substanz (Indigleim), einen braunen Körper (Indigbraun), einen rothen Farbstoff (Indigroth) und den eigentlichen Farbstoff, das Indigblau $C_{16}H_5NO_2$. Nur der Gehalt an letzterem bedingt seinen Werth als Farbematerial. Er beträgt von 20 bis 75—80 pCt., im Mittel etwa 40—50 pCt.

Indigprobe. Die Güte und Aechtheit des Indigs erkennt man an seiner tiefblauen, Farbe, Leichtigkeit und seiner Reinheit im Bruche. Auf dem Wasser muss er schwimmen und sich in demselben völlig zertheilen lassen, ohne einen erdigen und sandigen Bodensatz zu geben. Beim Verbrennen darf er nur eine verhältnissmässig geringe Menge weisser Asche hinterlassen. Beim raschen Erhitzen muss er einen purpurfarbenen Dampf entwickeln und sich in rauchender Schwefelsäure vollständig zu einer dunkelblauen Flüssigkeit auflösen. Denjenigen Indig, der beim Reiben mit einem harten Körper einen röthlichen kupferfarbenen Schein annimmt, nennt man gefeuerten Indig (*Indio cuivré*). Um den Indig genau zu prüfen, untersucht man zuerst seinen Wassergehalt, indem man eine gewogene Menge desselben bei 100° trocknet; er darf dabei nicht mehr als 3—6 pCt. verlieren. Um die Menge der darin enthaltenen mineralischen Bestandtheile zu erfahren, verbrennt man ferner eine gewogene Portion und wägt den Rückstand, der bei guten Sorten 7—9,5 pCt. beträgt.

Chlorprobe. Ein genaues Resultat über den Gehalt einer Indigsorte an Indigblau kann man aber nur durch die sogenannte Indigprobe erlangen. Am häufigsten bedient man sich der Chlorprobe. Man löst dazu nach Schlumberger eine gleiche

Menge zweier vergleichungsweise auf ihren Werth zu untersuchender Indigsorten in der 10 bis 12fachen Menge Nordhäuser Schwefelsäure auf und setzt zu einer jeden Lösung eine gleiche Menge Wasser. Zu einer jeden der verdünnten Lösungen setzt man in einem Cylinderglase so lange eine gemessene *Chlorkalklösung* zu, bis die blaue Farbe des Indigs verschwunden ist. Um einen Schluss aus dieser Probe auf den Gehalt an reinem Indigblau ziehen zu können, stellt man vorher einen Normalversuch mit einem, durch Sublimation aus dem Indig gewonnenen Indigblau an und berechnet aus den erhaltenen Resultaten den eigentlichen Werth der Indigsorten. Auch mit *übermangansaurem Kali* (nach Mohr und Elbers) lässt sich der Werth des Indigs bestimmen. — Die genauesten Resultate giebt folgendes von Berzelius empfohlenes Verfahren. Man nimmt 100 Gran des zu untersuchenden gepulverten Indigs, eine gleiche Gewichtsmenge reinen gebrannten Kalk und ein Volumen Wasser, das ungefähr 200 Loth wiegt. Darauf löscht man den Kalk mit einem Theile dieses Wassers, rührt das Kalkhydrat und den Indig zusammen, und spült den Brei mit dem übrigen Wasser in eine Flasche. Nachdem die Flasche einige Stunden lang gestanden hat, setzt man 200 Gran schwefelsaures Eisenoxydul hinzu und lässt den Niederschlag sich absetzen. Von der darüber stehenden Flüssigkeit zieht man ein Volumen ab, das dem vierten Theil des angewendeten Wassers entspricht, vermischt die abgegossene Flüssigkeit mit etwas Salzsäure und setzt sie dann der Luft aus, bis der reducirte Indig sich wieder in Indigblau verwandelt und als solches abgeschieden hat. Es wird auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Die erhaltene Quantität ist der vierte Theil derjenigen Menge, die in 100 Gran des untersuchten Indigs enthalten war. Nach Bolley benutzt man zur Indigprobe eine titrirte Lösung von chlorsaurem Kali, welche man zur Auflösung einer gewogenen Menge Indig in Schwefelsäure die mit etwas *Salzsäure* versetzt worden ist, setzt. (a) $KO, ClO_5 + SO_3, HO + 6\,ClH = KO, SO_3 + 6\,HO + 6\,Cl$; b) $3\,C_{16}H_5NO_2 + 6\,HO + 6\,Cl = 3\,C_{16}H_5NO_4 + 6\,HCl$). Die angewandte Menge der *chlorsauren Kalilösung*, von welcher bekannt ist, wie viel derselben 100 Th. Indigblau zu entfärben (d. h. in Isatin $C_{16}H_5NO_4$ überzuführen) vermag, giebt die Menge des in dem Indig enthaltenen Indigblau an. Nach Lindenlaub erhält man noch genauere Resultate, wenn man sich zur Zersetzung des chlorsauren Kalis *der schwefligen Säure* bedient, da hierbei nur das Chlor des chlorsauren Kalis entfärbend wirkt ($KO, ClO_5 + SO_3 + 5\,SO_2 = KO, SO_3 + 5\,SO_3 + Cl$), während bei Anwendung von Salzsäure auch deren Chlor mitwirkt. Man löst 100 Gr. krystallisirtes kohlensaures Natron in 500 Gr. Wasser und sättigt die Lösung mit schwefliger Säure. Um die titrirte Lösung des chlorsauren Kalis zu bereiten, löst man 4 Gr. getrocknetes chlorsaures Kali in so viel Wasser, dass die Lösung 400 Kubikcentimeter beträgt. Andererseits löst man 1 Gr. Indig in 10 Gr. rauchender Schwefelsäure und verdünnt die Lösung mit so viel Wasser, dass sie 200 Kubikcentimeter beträgt. Von dieser Indiglösung misst man mittelst der Pipette 50 Kubikcentimeter ab, bringt sie in eine Porcellanschale, verdünnt mit 200 Kubikcentimeter Wasser, versetzt sie mit 50 Kubikcentimeter Lösung von schwefligsaurem Natron und tröpfelt endlich chlorsaures Kali aus der Bürette bis zur Entfärbung hinzu. Das von Penny zur Werthbestimmung des Indigs beschriebene Verfahren beruht auf der Anwendung von *chromsaurem Kali* und *Salzsäure*. ($KO, 2\,CrO_3 + SO_3 + 3\,HCl = KO, SO_3 + Cr_2O_3 + 3\,Cl + 3\,HO$). 10 Th. gepulverter Indig werden mit dem 12fachen Gewicht rauchender Schwefelsäure 12 Stunden lang in einer Temperatur, die 25° nicht übersteigt, digerirt. Nach völliger Auflösung giesst man die Flüssigkeit in eine Pinte (= 0,568 Liter) Wasser, setzt 24 Gr. concentrirte Salzsäure hinzu, erwärmt gelinde und titrirt nun mittelst einer Auflösung von zweifach chromsaurem Kali in Wasser, die man so lange hinzufügt, bis ein mit einem Glasstabe herausgenommener Tropfen auf Filtrirpapier einen hellbraunen oder ochergelben Fleck, ohne eine Spur von grün oder blau hervorbringt ($8^1/_2$ Th. $KO, 2\,CrO_3$ sind erforderlich, um 10 Th. reines Indigblau, zu entfärben). — Auch durch *Eisenchlorid* lässt sich Indigblau in Isatin überführen.

Probe durch Reduction.

Bolley's Probe.

Lindenlaub's Probe.

Penny's Probe.

Indigblau.

Das Indigblau kann aus dem Indig durch Sublimation, oder wie aus Vorstehendem hervorgeht, durch Behandeln des Indigs mit Kalk, schwefelsaurem Eisenoxydul und Wasser dargestellt werden. Das Indigblau hat die Formel $C_{16}H_5NO_2$. Wenn man Indigblau bei Gegenwart eines freien Alkalis mit Substanzen zusammenbringt, die leicht Sauerstoff aufnehmen, wie mit schwefelsaurem Eisenoxydul, schwefligsauren Salzen u. s. w., so bildet sich meist unter Wasserzersetzung Indigweiss oder reducirter Indig $C_{16}H_6NO_2$. Auf dieser Reduction des Indigs beruht zum Theil seine Anwendung in der Färberei. Durch die Ein-

wirkung oxydirender Agentien wie Uebermangansäure, Chlor, Chromsäure, ein Gemenge von rothem Blutlaugensalz mit Kalk, Kupferoxyd etc. etc. geht das Indigblau in lösliches Isatin $C_{16}H_5NO_4$ über. — Das Indigblau löst sich in concentrirter Schwefelsäure und bildet mit derselben die Indigschwefelsäure. Durch Fällen derselben mit kohlensaurem Kali erhält man den Indigcarmin oder

Blauer Carmin. blauen Carmin*) (*Indigo soluble*) als tiefblauen Niederschlag, der sich in 140 Th. kaltem Wasser löst. Man benutzt den Indigcarmin in der Wasser-, seltener in der Oelmalerei; in Vermischung mit Stärke und mit Hülfe eines Bindemittels in Täfelchen geformt, bildet er das Wasch- oder Neublau, das zum Bläuen der Wäsche etc. angewendet wird.

Campecheholz. Das unter dem Namen Campecheholz oder Blauholz angewendete Farbeholz besteht aus dem von Rinde und Splint befreiten Kern des Stammes von dem Blauholzbaum (*Haematoxylon campechianum*), der in Amerika einheimisch ist und auf den Antillen angepflanzt wird. Die beste Sorte desselben ist das Campecheholz, die geringste das Domingoholz. Das färbende Princip darin ist das Haematoxylin, ein in blassgelben, durchsichtigen, glänzenden Nadeln krystallisirender Körper, der an sich kein Farbstoff, sondern eine Farbstoff erzeugende Substanz ist, welche gefärbt erscheint, wenn man sie mit starken Alkalien, namentlich Ammoniak und Sauerstoff in Berührung bringt. Die Lösung des Haematoxylin im Wasser ist farblos, geht aber durch die geringste Menge Ammoniak ins Purpurrothe über. Man benutzt das Blauholz zum Blau- und Schwarzfärben. Häufig stellt man jetzt Blauholzextract dar; bei der Fabrikation desselben ist zu berücksichtigen, dass das Haematoxylin sich unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft oxydirt und verändert; es muss deshalb Zutritt der Luft vermieden und das Abdampfen in Vacuumpfannen bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen werden.

Lakmus. Der Lakmus (Tournesol) findet nicht in der Färberei, wohl aber zum Bläuen des Kalkes, zum Bestreichen der bekannten Reagenspapiere, zum Rothfärben des rothen Champagners u. s. w. häufig Anwendung. Man erhält ihn auf dieselbe Weise und aus denselben Flechten wie die Orseille und den Persio, nur wendet man neben den ammoniakalischen Flüssigkeiten auch Potasche an. Der Unterschied bei der Bereitung besteht nur darin, dass hier die Gährung und Oxydation weiter vorgeschritten und der rothe Farbstoff (Orcin) in einen blauen, Azolitmin, umgewandelt worden ist.

Orcin	$C_{14}H_6O_4$		Azolitmin	$C_{14}H_7NO_8$
Ammoniak	NH_3	geben	und	
Sauerstoff	6 O		Wasser	2 HO

Die gegohrene Masse wird mit Gyps und Kreide gemengt, und in Würfel geformt in den Handel gebracht.

Einen andern auch Tournesol genannten Farbstoff enthalten die im südlichen Frankreich fabricirten Bezetten oder Tournesolläppchen, mit dem Safte des Krebskrautes (*Croton tinctorium*) gefärbte Läppchen, die durch Ammoniak purpurroth oder dunkelgrün gefärbt sind. Man verwendet diese Farbe in Holland zum Färben der Käse, von Backwerk, Eingemachtem und Liqueuren, als Schminke und zum Färben des blauen Zuckerpapiers.

*) Nicht zu verwechseln mit dem blauen Carmin ist eine unter demselben Namen bekannte Farbe, die man durch Reduction der Molybdänsäure durch Zinnchlorür erhält, und aus einem Gemenge von molybdänsaurem Molybdänoxyd und molybdänsaurem Zinnoxyd besteht.

Gelbe Farbstoffe.

Gelbe Farbstoffe: Gelbholz. Das **Gelbholz** ist das Holz des **Färbermaulbeerbaums** (*Morus tinctoria*) und wird als Kern des Stammes vorzüglich von Cuba, Domingo und Haiti in Europa eingeführt. Es ist von gelber, stellenweise von gelbrother Farbe. Die Ursache dieser Farbe ist ein krystallisirbarer, farbloser Körper, das **Morin**, das sich im Holze mit Kalk verbunden vorfindet, und eine eigenthümliche Gerbsäure, die **Moringerbsäure**, die man in der Masse des Gelbholzes neben **Morin** oft in grosser Menge abgelagert findet. Das Morin wird an der Luft und unter dem Einflusse der Alkalien gelb gefärbt. Das Gelbholz wird zum Gelbfärben und seines bedeutenden Gehaltes an Gerbsäure wegen auch zum Schwarzfärben benutzt. Das

Fisetholz. **Fisetholz**, **Fustikholz**, ungarisches Gelbholz, ist ein grünlichgelbes, braun gestreiftes Holz, das von dem **Gerberbaum** (*Rhus Cotinus*), einem im südlichen Europa wachsenden strauchartigen Gewächse, stammt. Es enthält einen eigenthümlichen Farbstoff, das **Fustin**, und bedeutende Mengen von Gerbsäure.

Orlean. Der **Orlean** ist ein gelblichrother Farbstoff, der vorzugsweise zum Färben der Seide Anwendung findet. Er kommt in Form eines steifen Teiges in dem Handel vor und wird in Amerika, West- und Ostindien aus der Frucht der *Bixa Orellana* dargestellt. Nach **Chevreul** finden sich in dem Orlean zwei Farbstoffe, von denen der eine von gelber Farbe in Alkohol und Wasser löslich ist, während sich der andere von rother Farbe leicht in Alkohol, nicht aber in Wasser löst.

Gelbbeeren. Die **Gelbbeeren**, Avignonkörner, persische Beeren, Kreuzbeeren (*Grains d'Avignon*), sind die Früchte von *Rhamnus infectorius*, *Rh. amygdalinus*, *Rh. saxatilis*, und werden aus der Levante oder dem südlichen Frankreich und Ungarn eingeführt. Die Grösse dieser Beeren ist sehr verschieden, man unterscheidet im Handel grosse und volle von heller Olivenfarbe, und kleinere, runzlige und dunkelbraune. Die ersteren sind vor ihrer vollständigen Reife eingesammelt worden, die anderen sind längere Zeit an den Aesten geblieben. Man trifft in den Gelbbeeren einen schön goldgelben Farbstoff, das **Chrysorhamnin**, und einen olivengelben, das **Xanthorhamnin**. Ersteres ist nach **Bolley** identisch mit dem **Quercetin**. Man benutzt die Gelbbeeren in der Kattundruckerei, zum Färben von Papier, zur Fabrikation von Lackfarben etc.

Curcuma. Die **Curcuma** ist die getrocknete Wurzel von *Curcuma longa*, einer in Ostindien, Java u. s. w. häufig angebauten Pflanze. Sie kommt entweder in eirunden Knollen oder in flachgedrückten Stücken von schmutziggelber Farbe vor. Der Farbstoff darin ist das **Curcumin**; es ist von gelber Farbe, sehr wenig haltbar und wird durch Alkalien rothbraun gefärbt.

Wau. Der **Wau** oder das Gelbkraut besteht aus dem Kraut und den Stengeln der *Reseda luteola*, die in südlichen Ländern wild wächst, häufig aber auch behufs der Färberei angebaut wird. Der französische Wau wird für den besten gehalten. Der darin enthaltene Farbstoff ist das **Luteolin**.

Quercitron. Unter **Quercitron** versteht man die von der Oberhaut befreite und gemahlene Rinde der in Nordamerika einheimischen **Färbereiche** (*Quercus tinctoria*). Er ist von heller Farbe und enthält ausser einem gelben Farbstoff, dem **Quercitrin**, Gerbsäure. Das Quercitrin spaltet sich beim Behandeln mit verdünnten Säuren in Zucker und **Quercetin**, ein citronengelbes Pulver, das unter

dem Namen Flavin im Handel vorkommt. Wegen der Schönheit der Farbe wird das Quercitron neben der Pikrinsäure häufiger als jeder andere gelbe Farbstoff in allen Zweigen der Färberei angewendet. Von den übrigen, einigermaassen wichtigen Farbstoffen seien erwähnt die Scharte (*Serratula tinctoria*), der Färbeginster (*Genista tinctoria*), das Wongshy (chinesische Gelbschoten), die Samenkapseln der Früchte von *Gardenia florida*, einer Pflanze aus der Familie der Rubiaceen, die Purée oder das *Jaune Indien*, ein aus Ostindien eingeführter Farbstoff ungewissen Ursprungs, der aus dem Magnesiasalze der Euxanthinsäure besteht, und das Morindagelb aus der *Morinda citrifolia*. Seit dem Entstehen der Theerfarbenindustrie hat man endlich die Pikrinsäure: $C_{12}H_3(3\,NO_4)\,O_2$, welche durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Carbolsäure entsteht, als gelbes und (mit Indiglösung) als grünes Farbematerial für Seide und Wolle vielfach angewendet.

Braune, grüne und schwarze Farben.

Die braunen Farben werden durch Mischung von Roth, Gelb und Blau, oder von Gelb oder Roth mit Schwarz (Mischbraun) zusammengesetzt. Häufig färbt man auch braun mit oxydirenden Agentien und gerbstoffhaltigen Pigmenten wie Weiden-, Eichen-, Wallnussrinde, namentlich mit Catechu, dem Extract aus dem Holze der *Areca* und *Acacia catechu* u. s. w. Letzteres Braun heisst Chemischbraun. Das Bisterbraun wird durch Manganoxyd erzeugt. Schwarz wird erzeugt durch gerb- oder gallussaures Eisenoxydul-Oxyd oder durch chromsaures Kali und Blauholzabkochung*). Grün wird hervorgebracht durch Mischen von Gelb und Blau oder durch Chinesisch Grün oder Lo-kao aus *Rhamnus chlorophorus* und *Rh. utilis*, und durch das Saft- oder Blasengrün aus den Beeren des Kreuzdornes (*Rhamnus catharticus*).

Die Bleicherei.

Bleiche.

Das Bleichen hat zum Zweck, die Gespinnstfasern und die aus ihnen gefertigten Garne, Zwirne und Gewebe, die zwar an sich weiss sind, aber bei ihrer Gewinnung und Verarbeitung sich färben und beschmutzen, in den weissen

*) Eine schwarze Farbenbrühe ist auch die gewöhnliche Schreibtinte, die wesentlich aus gallussaurem Eisenoxydul und Oxyd besteht, welches letztere durch arabisches Gummi in der Flüssigkeit suspendirt gehalten wird. Eine sehr gute schwarze Tinte lässt sich nach folgender Vorschrift darstellen: Man zieht 1 Kilogr. zerstossene Galläpfel und 150 Gr. Blauholz mit 5 Liter heissem Wasser aus, löst 600 Gr. arabisches Gummi in $2^1/_2$ Litern Wasser und 500 Gr. schwefelsaures Eisenoxydul für sich in einigen Litern Wasser. Darauf giesst man den Galläpfel- und Blauholzauszug mit der Lösung des Gummi und des schwefelsauren Eisenoxyduls zusammen, setzt einige Tropfen Lavendelöl und so viel Wasser hinzu, dass die Gesammtmenge der Flüssigkeit 11 Liter beträgt. Die Eisentinte hat ausser der unangenehmen Eigenschaft, Stahlfedern anzugreifen, noch den Fehler, dass die damit geschriebene Schrift, wenn auch oft nach sehr langer Zeit, gelb wird. In der neueren Zeit hat Runge an eine Tinte erinnert, die von Leykauf in Nürnberg erfunden und schon vor Jahren von Erdmann in Leipzig verbessert und eingeführt worden ist. Die Tinte besteht aus 1000 Th. Blauholzabkochung (1 Th. Holz auf 8 Th. Wasser) und einem Theil neutralen chromsauren Kali (KO, CrO_3), zu welcher man etwas Quecksilberchlorid setzt. Diese Tinte empfiehlt sich durch ungemeine Wohlfeilheit, Schönheit und Dauerhaftigkeit; das färbende Princip darin ist eine Verbindung von Hämateïn und Chromoxyd. Zur Bereitung der sogenannten Alizarintinte (von Leonhardi) zieht man 42 Th. Galläpfel und 3 Th. Krapp mit Wasser aus, so dass 120 Th. Flüssigkeit entstehen, zu welcher man setzt 1,2 Th. schwefelsaure Indiglösung, 5,2 Th. Eisenvitriol und 2 Th. holzessigsaure Eisenlösung. Sie ist wesentlich gerbsaures Eisenoxydul. Die Copirtinten sind im Grunde nichts weiter als gewöhnliche Tinten, die aber concentrirter sind und grössere Mengen von Gummi und auch Zucker enthalten.

Zustand zurückzuführen. Die Pflanzenfaser widersteht den meist chemischen Agentien, während die fremden färbenden Stoffe, die meist nur auf der Oberfläche der Fasern sich befinden, durch genannte Agentien aufgelöst oder völlig zerstört werden. Hierauf beruht das Wesen der Bleicherei von Produkten, die wie Leinen- oder Baumwollgewebe aus Cellulose bestehen. Bei Wolle und Seide ist das Verfahren des Bleichens ein anderes, da diejenigen Agentien, die beim Bleichen von Leinen und Baumwolle anwendbar sind, hier geradezu unmöglich erscheinen, da sie nicht nur die fremden Substanzen, sondern auch den Spinnstoff selbst auflösen oder mindestens angreifen würden.

Die Bleicherei wendet theils chemische, theils mechanische Hülfsmittel an. Die chemischen Bleichmittel lassen sich, wenn man von den alkalischen Laugen absieht, deren Anwendung stets der des eigentlichen Bleichmittels vorangeht, theils auf ozonhaltige oder ozonbildende Mittel, oder auf die Application von schwefliger Säure zurückführen. Diejenige Bleiche, die bei Leinen- und Baumwollwaaren Platz greift, möge dieselbe Natur- oder Rasenbleiche, oder künstliche Bleiche (Chlorbleiche) sein, ist stets Ozonbleiche, deren Zweck eine Oxydation der fremden färbenden Substanzen auf der Faser durch den activen Sauerstoff der Atmosphäre oder des Ozonbades ist, dessen Wirkung dadurch unterstützt wird, dass man dem Bade eine alkalische Beschaffenheit giebt. Obgleich unter Umständen jedes oxydirende Agens als Bleichmittel von Cellulose und ähnlichen Stoffen Anwendung finden könnte, so hat doch die Praxis längst schon denjenigen den Vorzug gegeben, welche bei ihrer Reduction, respective bei der Oxydation eine Säure bilden und daher die Gegenwart eines Alkalis verlangen — Agentien, die dieses Verhaltens wegen alkalipathische Oxydationsagentien genannt worden sind. Die von den Bleichern angewendeten Agentien sind ausser der ozonhaltigen atmosphärischen Luft 1) das Chlor, 2) die unterchlorige Säure, 3) das Ferridcyankalium und 4) das Wasserstoffsuperoxyd, obgleich letzterer Körper mehr einer Bleicherei der „Zukunft" angehört.

Von den acidipathischen Oxydationsagentien, deren Produkte basisch sind, so dass die Oxydation, resp. Bleichung nur in einer sauren Flüssigkeit vorgenommen werden darf, verdienen drei die Beachtung der Bleicher, nämlich die Uebermangansäure, die Eisenoxydlösung, die Chromsäure.

Für das Verständniss der Bleicherei und der dabei stattfindenden Vorgänge ist es nothwendig, zu bemerken, dass es zwei Modificationen des Ozons giebt, in welche sich der gewöhnliche inactive Sauerstoff zu spalten vermag. Die eine Art, das Ozon wird als positiv-activer Sauerstoff betrachtet, die andere Art, das Antozon ist der ersteren Modification entgegengesetzt und negativ-activer Sauerstoff. Kommen beide Modificationen zusammen, so vereinigen sie sich zu gewöhnlichen (nicht bleichendem) Sauerstoff. Diese Thatsache ist für den Bleicher von grosser Wichtigkeit, da er bei der Wahl von mehreren Oxydationsagentien, die er zu gleicher Zeit anzuwenden beabsichtigt, darauf Rücksicht nehmen muss, dass dieselben die gleichnamige Ozonmodification enthalten, entgegengesetzten Falls findet keine Oxydation oder Bleichung, sondern nur eine Entwickelung von gewöhnlichem Sauerstoffgase statt. Ein Beispiel möge dies erläutern: die Chromsäure enthält Ozon, das Wasserstoffsuperoxyd Antozon; beide zusammengebracht geben daher unter heftiger Gasentwickelung von gewöhnlichem Sauerstoff nur Chromoxyd und Wasser, und besitzen in ihrer Mischung durchaus kein Bleichvermögen:

Chromsäure $2\,CrO_3 + 3\,\overset{+}{O}$ Wasserstoffsuperoxyd $3\,HO + 3\,\overset{-}{O}$	geben	Chromoxyd Cr_2O_3 Wasser $3\,HO$ Sauerstoffgas $6\,O$

Das Bleichen durch schweflige Säure lässt sich auf zwei wesentlich von einander verschiedene Ursachen zurückführen nämlich in den meisten Fällen auf eine blosse Maskirung, in einigen wenigen Fällen aber auf eine wirkliche Zerstörung des Farbstoffes. Die Pigmente vieler blauer und rother Blumen, Früchte u. s. w. gehen mit der schwefligen Säure farblose Verbindungen ein: die Farbe ist aber nicht zerstört; verdünnte Säuren, wie verdünnte Schwefelsäure, sowie die Dämpfe von Salzsäure, Salpetersäure, Chlor, Jod und Brom, endlich auch Erwärmen zerstört die gebleichten schwefligsauren Verbindungen fast augenblicklich und die ursprüngliche Färbung kommt wieder zum Vorschein. Die Farbstoffe der gelben Blumen verhalten sich indifferent gegen schweflige Säure und werden durch dieselbe nicht gebleicht. Ebensowenig wird Grün (Chlorophyll) verändert. Manche gefärbte Körper,

wie das Indigblau, der Carmin und der gelbe Farbstoff der Seide werden anfänglich durch schweflige Säure nicht gebleicht, später aber findet eine Bleichung statt dadurch, dass unter dem Einflusse des Lichtes der mit ihr gemengte Sauerstoff eine Oxydation, d. h. eine Zerstörung der genannten Farben vermittelt. Die Bleichung mit schwefliger Säure, so wie sie in den Gewerben ausgeführt wird, ist in den meisten Fällen keine ächte, sondern nur eine Art Uebertünchung, die den färbenden Körper dem Auge entzieht. Beim blossen Liegen an der Luft, namentlich bei Bewegung der gebleichten Gegenstände verflüchtigt sich allmälig die schweflige Säure, daher die gebleichten Stoffe nach einiger Zeit von selbst ihre ursprüngliche Farbe wieder annehmen, wie man z. B. an Stroh- und Korbflechtarbeiten, an Badeschwämmen u. s. w. häufig wahrzunehmen Gelegenheit hat.

Bleichen der Baumwolle. Durch das Bleichen der Baumwolle wird bezweckt, den gelben Farbstoff der rohen Baumwolle, die Weberschlichte (Leim, Dextrin, Stärke), eine fette Substanz und die während der Verarbeitung hereingekommenen Schmutztheile zu entfernen. Das Bleichen geschieht zuerst durch Einweichen der Baumwolle in siedendes Wasser, wodurch alle darin löslichen Stoffe fortgeschafft werden. Darauf kocht man dieselbe mit Kalkmilch oder mit einer Lösung von kohlensaurem Natron, wodurch die Weberschlichte aufgelöst und das Fett in eine seifenartige Verbindung übergeführt wird. Früher liess man zu ihrer Entfernung die baumwollenen Zeuge eine Art Gährung überstehen. Nachdem die Schlichte und das Fett entfernt worden sind, behandelt man die Baumwolle mit Aetznatronlauge, wodurch eine harzähnliche Substanz, die sich den vorstehenden Operationen entzog, aufgelöst wird. Endlich bringt man die Zeuge, sofern man die Kunstbleiche der Natur- oder Rasenbleiche vorzieht, in eine Auflösung von Chlorkalk, die man durch einströmenden Wasserdampf erhitzt, und spült sie darauf in Bottichen ab, in denen sich verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure befindet. Es bildet sich schwefelsaurer Kalk oder Chlorcalcium und freies Chlor, welches im Augenblick des Freiwerdens das Bleichen des Zeuges bewirkt. Die anhängende freie Säure wird durch ein alkalisches Bad entfernt. Es ist einleuchtend, dass die Weisse des Zeuges um so grösser ausfallen muss, je öfter diese Operationen wiederholt werden. Das Behandeln der Gewebe und Garne mit siedender Lauge nennt man das Bäuchen und nimmt dasselbe in besonderen Apparaten, den Bäuchapparaten vor. — Zum Trocknen der gebleichten Zeuge bedient man sich jetzt häufig der Centrifugal-Trockenmaschine, welche aus zwei in einem Kasten eingeschlossenen und an den entgegengesetzten Seiten einer horizontalen Axe befestigten Körben von Metallgeflecht besteht. Wird in diese Körbe das zu trocknende Zeug gelegt, und die Axe vermittelst einer durch Räderwerk mit derselben verbundenen Kurbel rasch umgedreht, so fliesst das Wasser durch die Wirkung der Centrifugalkraft aus dem Zeuge aus, und letzteres kann auf diese Weise in einigen Minuten lufttrocken gemacht werden.

Bleichen der Seide. Dem Bleichen der Seide geht das Entschälen voraus. Zu diesem Behufe behandelt man die Rohseide mit einer Auflösung von 30 Th. kohlensaurem Natron in 100 Th. Wasser und kocht dann die entschälte (degummirte) Seide mit Wasser aus. Durch diese beiden Operationen verliert die Rohseide ungefähr 25 pCt. von ihrem Gewichte. Bei seidenen Zeugen, die weiss bleiben sollen, wendet man darauf zum Bleichen schweflige Säure an, deren Darstellung und Wirkungsart früher beschrieben worden ist. Um das Weisse der Seide besser hervorzuheben, pflegt man derselben einen röthlichen Schimmer durch eine Lösung von Orlean in Seifenwasser, oder einen bläulichen Schein durch Indig zu geben.

Bleichen der Wolle. Die Wollenbleiche beginnt mit dem Entschweissen, d. h. mit der Reinigung von der fettigen Kaliseife, die der Wolle im rohen Zustande als eine Ausscheidung der Haut anhängt. Diese Operation wird durch Behandeln

der Wolle mit faulem Harn (kohlensaurem Ammoniak) oder mit einer Seifenlösung ausgeführt. Die Wolle verliert dabei 20—30 pCt. an Gewicht. Für die meisten Farben ist diese vorbereitende Reinigung hinreichend, nicht aber für zarte Farben und Zeuge, auf welche Farben aufgedruckt werden sollen. Bei den letzteren ist ein Bleichen durch schweflige Säure nöthig.

Die Färberei.

Färberei. Auf ähnliche Weise, wie die Kohle Farbstoffe aus Lösungen unverändert in sich aufzunehmen vermag, ist auch die thierische und vegetabilische Faser im Stande, Farbstoffe aus Lösungen aufzunehmen und sich damit zu verbinden. Die Verbindung ist aber in der Regel eine so lockere, dass sie durch wiederholte Behandlung mit demselben Lösungsmittel besonders in der Wärme leicht zerstört wird. So kann man eine Faser, die mit schwefelsaurem Indig, mit in Oxalsäure gelöstem Berlinerblau u. s. w. gefärbt ist, durch fortgesetztes Waschen entfärben. Diese Faser wird daher erst dann eigentlich gefärbt werden, wenn der aufgelöste Farbstoff mit der Faser, in den meisten Fällen unter Mitwirkung eines dritten Körpers, einer Beize, eine *unlösliche* Verbindung eingegangen hat, die durch Behandeln mit dem Lösungsmittel nicht mehr gehoben wird. Die so erzeugte Farbe heisst eine ächte; sie widersteht der Witterung, dem Lichte, dem Seifenwasser, schwachen alkalischen Laugen und sehr verdünnten Säuren. Eine Farbe, die unter diesen Einflüssen zerstört wird, heisst unächt. Die Färberei beruht auf chemischen Grundsätzen, die Verbindung der Faser mit dem Farbstoff scheint aber in vielen Fällen nur eine mechanische zu sein *).

Die zum Färben nothwendige unlösliche Verbindung der Faser mit dem Farbstoff lässt sich auf verschiedene Weise erzeugen. Sie lässt sich darstellen 1) durch Entfernung der Auflösungsmittel. Auf diese Art lässt sich Kupferoxyd, das sich in Ammoniak gelöst befindet, durch blosses Verdunsten des Ammoniaks auf der Faser fixiren. Ebenso chromsaures Zinkoxyd in ammoniakalischer Lösung. Das Niederschlagen des Carthamins aus einer alkalischen Lösung mittelst einer Säure, und die Fällung einiger Anilinfarben aus ihrer Lösung in Alkohol gehört ebenfalls hierher. Die unlösliche Verbindung kann 2) durch Oxydation hervorgebracht werden, indem durch Aufnahme von Sauerstoff der vorher lösliche Farbstoff unlöslich wird. Hierher gehören ausser dem schwefelsauren Eisenoxydul und Manganoxydul, das durch Oxydation in unlösliches Oxydhydrat übergeht, die gerbsäurehaltigen Vegetabilien, welche ausserdem einen Farbstoff enthalten, wie Quercitron, Sumach, Gelbholz, Fiset u. s. w. Wenn man Zeug mit einem wässerigen oder alkalischen Auszug dieser Substanzen tränkt und dasselbe der Luft aussetzt, so wird der Farbstoff braun und löst sich in Wasser nicht mehr auf. Eine gleiche Veränderung wird schneller hervorgebracht, indem man auf diese Weise getränkte Zeuge mit oxydirenden Mitteln, wie mit Chromsäure (chromsaurem Kali) behandelt. Ein Beispiel dieser Art ist das Schwarzfärben mittelst Blauholz und chromsaurem Kali, wo das Hämatoxylin des Holzes zu Hämateïn oxydirt und die Chromsäure zu Chromoxyd reducirt wird. In dieselbe Kategorie gehört gewissermaassen auch das Blaufärben mit Indig in der

*) Vergleiche mein Handbuch der Technologie, Bd. IV p. 692.

Küpe, von welchem später die Rede sein wird; in diesem Falle geht aber die Färbung dadurch vor sich, dass allerdings Sauerstoff aufgenommen, aber zugleich Wasserstoff aus dem Indigweiss ausgeschieden wird, das sich mit dem Sauerstoff zu Wasser verbindet. In vielen Fällen sucht man 3) die unlösliche Verbindung durch doppelte Zersetzung hervorzubringen, so erzeugt man Blau durch Ferrocyanwasserstoffsäure und durch Eisenoxyd; Grün durch arsenigsaures Kali und Kupfervitriol; Gelb durch chromsaures Kali und ein lösliches Bleisalz. Diese Art der Fixirung der Pigmente findet nur bei Mineralfarben Anwendung. Die wichtigste und gebräuchlichste Methode der Fixirung der Farben ist endlich 4) die durch Beizen oder Mordants. Unter einer Beize versteht man die Lösung eines Körpers, der an sich kein Farbstoff, zu der Faser wie zu dem Pigment aber Verwandtschaft hat und die Verbindung beider vermittelt. Die wichtigsten dieser Körper, die man zu Beizen anwendet, sind Alaun, schwefel- und essigsaure Thonerde, unterschwefligsaure Thonerde, Natron-Aluminat, essigsaures Eisenoxyd und Zinnbeize*), Fette, Gerbsäure, Albumin, Kleber, Caseïn und fettes Oel. Durch diese Beizen werden die zu färbenden Zeuge gezogen, darauf wird die Beize befestigt, was je nach ihrer Natur durch Lüften, durch Kuhkothen, durch Behandeln im Kleienbade oder durch Behandeln mit Seife geschieht, und dann erst wird das Zeug in die Farbelösung gebracht. Die meisten organischen Pigmente sind nur vermittelst der Beizen zum Färben anwendbar. — Bankroft theilt die Farben ein in substantive und adjective; mit dem Namen der ersteren bezeichnet er diejenigen, die ohne Mitwirkung von Beize auf der Faser in den unlöslichen Zustand übergehen, zu denselben gehören alle mineralischen Pigmente, und von den vegetabilischen: Indigo, Curcuma, Orlean, Safflor, ferner die meisten Theerfarben, obgleich man bei dem Anilinroth und Anilinblau nicht selten die Gerbsäure als Befestigungsmittel in Anwendung bringt u. s. w. Unter den adjectiven Farben versteht er hingegen diejenigen, die eines Intermediums bedürfen, um auf der Faser unlöslich zu werden. Diese Zwischen- oder Aneignungsmittel sind die Beizen. Letztere haben aber nicht nur die

Beizen. Bestimmung, die Verbindung der Faser mit dem Farbstoff zu bewerkstelligen, sie können auch in gewissen Fällen dazu dienen, eine solche Veränderung in den schon vorher mit Erd- oder Metallsalzen getränkten Zeugen hervorzubringen, dass die damit versehenen Stellen beim Herausnehmen aus der Farbenbrühe (der Flotte) weiss erscheinen. Man nennt solche Beizen entfärbende Beizen. Zu ihnen gehören Phosphorsäure, Weinsäure, Oxalsäure, arsenige Säure, oxalsaures Kali etc. Die bei der Zeugdruckerei zu erwähnenden Reservagen (Schutzpappen) gehören ebenfalls hierher. Oefters haben aber auch die Beizen den Zweck, schon vorhandenen Beizen einen anderen Ton zu geben, die erhaltene Farbe lebhafter und reiner hervortreten zu lassen und dadurch das Zeug zu schönen oder zu schauen (aviviren); letzteres geschieht durch Ziehen des schon gefärbten Zeuges durch schwach saure oder alkalische Flüssigkeiten, durch Seifenlösung, oder durch eine andere Farbenbrühe. Man nennt solche Beizen Modifikationsbeizen.

Wollfärberei. Wollfärberei (Schönfärberei). Die Wolle wird entweder ungesponnen als Flockwolle, oder gesponnen als Garn, oder als Gewebe, als Tuch oder Zeug gefärbt. Da bei der Verarbeitung der Wolle stets ein Theil beim Weben, Walken und Scheeren abfällt, so ist es vortheilhaft, die Wolle im gesponnenen Zustande zu färben. Wenn die zu erzeugende Farbe ächt werden soll, so werden die

*) Vergl. S. 75.

zu färbenden wollenen Stoffe vorgebeizt. Dies geschieht durch Kochen (Ansieden) der Wolle in einer Lösung von Alaun und Weinstein; oder Weinstein und Zinnsalz; oder Weinstein und Eisenvitriol. Für gewisse Farben wendet man Physikbad oder Zinncomposition, oder Pinksalz (vergl. S. 75) an. Der wichtigste Theil der Woll-

Blaufärberei. färberei ist die Blaufärberei. Am häufigsten erzielt man die blaue Farbe mit Indig, der die schönsten und dauerhaftesten Farben erzeugt, oder für Merinos und ähnliche Stoffe mit Berlinerblau, oder endlich ordinäre Zeuge mit Blauholz und schwefelsaurem Kupferoxyd. Ob ein Stoff mit Indig, Berlinerblau oder Kupfersalzen gefärbt ist, lässt sich auf folgende Weise erkennen: Mit Indig gefärbte Wolle verändert beim Kochen mit Kalilauge oder beim Befeuchten mit concentrirter Schwefelsäure ihre Farbe nicht. Mit Berlinerblau gefärbte Wolle nimmt beim Kochen mit Kalilauge eine rothe Farbe an und entfärbt sich beim Berühren mit Schwefelsäure. Mit Kupfersalz gefärbte Wolle endlich wird durch verdünnte Schwefelsäure roth und hinterlässt kupferhaltige Asche.

Indigblau. Wolle wird durch Indig stets auf die Weise gefärbt, dass man sie in eine Auflösung von Indigweiss in einer alkalischen Flüssigkeit bringt, und dann der Luft aussetzt. Folgendes Schema mag die Färberei vermittelst der Indigküpe verdeutlichen:

$$\underbrace{C_{16}H_6NO_2}_{\text{Indigweiss.}} + O = \underbrace{C_{16}H_5NO_2}_{\text{Indigblau.}} + HO$$

Indigküpen. Das Gefäss, in welchem die Auflösung des Indigs vorgenommen wird, heisst die Küpe. Dieser Name ist auch auf das Verfahren des Färbens übergegangen, so dass man unter Indig- oder Blauküpe die in der Färberei übliche Methode, den Indig aufzulösen, versteht. Man löst den Indig entweder, indem man denselben reducirt, oder, indem man ihn mit Schwefelsäure behandelt. Man theilt die Küpen ein in warme und kalte Küpen. Zu den warmen rechnet man die Waid- und die Potaschenküpe, zu den kalten die Vitriol-, die Urin-, die Operment- und die Zinnoxydulküpe.

Waidküpe. Die Waidküpe (Pastelküpe) oder warme Küpe dient besonders zum Färben der Streichwolle und des Tuches; sie giebt die schönsten, glänzendsten und haltbarsten Farben unter allen Küpen, und besonders satte und lebhafte, wenn sie mit der besseren Sorte Waid angemacht ist. Früher, als der Indig nicht bekannt war, wurde sie mit Waid angesetzt und verdankte dann ausschliesslich diesem ihre färbende Eigenschaft; später ersetzte man, um das Färbevermögen zu vermehren, den Waid zum Theil durch Indig. Gegenwärtig setzt man den Waid zu der Waidküpe nicht sowohl wegen des darin enthaltenen Indigs, als vielmehr, um dadurch eine Gährung hervorzurufen, durch welche der Indig zu Indigweiss reducirt und aufgelöst wird. Um eine Küpe, die gewöhnlich aus Eisen oder Kupfer ist, anzustellen, füllt man sie zuerst mit weichem Wasser und setzt dann je auf 500 Liter Wasser 1 Kilogr. feingemahlenen Indig, $13^1/_2$ Kilogr. Waid, $^1/_2$ Kilogr. Krapp, $^1/_2$ Kilogr. Kleie und $^1/_2$ Kilogr. Potasche, während die Temperatur auf 80 — 90° gebracht und so etwa 2 Stunden erhalten wird. Hierauf setzt man $^1/_2$ Kilogr. gebrannten und zu Milch gelöschten Kalk hinzu, hört aber mit dem Feuern auf, so dass die Küpe langsam abkühlt. Nach einiger Zeit, die je nach den Umständen von 12 Stunden bis selbst einigen Tagen variiren kann, stellt sich eine Gährung ein, wobei der Indig allmählig reducirt und aufgelöst wird. Es erscheinen auf der Oberfläche blaue Blasen und blaue, mit kupferrothem Schiller spielende Streifen und ein eigenthümlich ammoniakalischer Geruch stellt sich ein. Der Kalk muss in der Flüssigkeit ein wenig vorherrschen. Nach beendigter Reduktion des Indigs erscheint die Flüssigkeit klar und von weingelber Farbe.

Es ist nicht leicht die eigenthümliche Rolle des Krapps und der Kleie in der Waidküpe genügend zu erklären. Es ist wahrscheinlich, dass aus gewissen Bestandtheilen des Krapps und der Kleie, z. B. aus dem Zucker des Krapps, den Pektin- und Gummikörpern und der Stärke, welche die Kleie enthält, zunächst wesentlich Milchsäure sich bildet und dass diese sodann in Buttersäure übergeht, wobei Kohlensäure und Wasserstoffgas frei werden, welches letztere in *statu nascendi* das Indigblau zu Indigweiss reducirt. Der Waid erleidet dagegen eine andere Art von Gährung, welche am besten als langsame Fäulniss bezeichnet werden kann, dabei entsteht als wesentliches Produkt Ammoniak, wodurch das Indigweiss gelöst wird. Beide Arten von Gährung scheinen für das Gelingen der Küpe wesentlich zu sein. Bei blossem Zusatze von Waid zu derselben würde nämlich die Fäulniss zu rasch vor sich gehen und eine gänzliche Zerstörung des Indigs herbeiführen. Durch die bei der Gährung der Kleie und des Krapps sich bildende freie Säure wird die Fäulniss des Waids in dem Grade unterdrückt, dass zwar die zur Lösung des Indigweisses nothwendige Menge Ammoniak sich entwickelt, aber kein Indig zerstört wird. Der Kalk hat die Bestimmung die durch die Gährung gebildete Säure zu sättigen, welche sonst das Ammoniak neutralisiren und dadurch dem Indigweiss sein Lösungsmittel entziehen würde; er wirkt in gleichem Sinne wie die Säure dem zu schnellen Verlauf der Gährung entgegen und trägt deshalb das Seinige zur Verhinderung der Zerstörung des Indigs bei.

Potaschenküpe. Zur Darstellung der Potaschen- oder Sodaküpe, indischen oder Indigküpe nimmt man auf 12 Th. Indig, 8 Th. Krapp, 8 Th. Kleie und 24 Th. Potasche, erwärmt anfänglich auf 50⁰, und setzt nach 36 Stunden noch 12 Th. und nach 48 Stunden abermals 12 Th. Potasche hinzu. Nach 3 Tagen ist die Gährung so weit vorgeschritten, dass die Küpe zum Färben bereit ist. Diese Küpe färbt schneller und besser als die Waidküpe und ist auch weit leichter zu behandeln. Man benutzt sie zu Elbeuf und Louviers in Frankreich, so wie vielfach in Deutschland zum Färben des Tuchs. In der neueren Zeit kommt die mit kohlensaurem Natron und Aetzkalk dargestellte Sodaküpe immer mehr und mehr in Aufnahme.

Vitriolküpe. Bei der Vitriolküpe (kalte Küpe) wird Indig mit Wasser, schwefelsaurem Eisenoxydul, Kalk (oder Kali und Natron) zusammengebracht. Die Flüssigkeit wird sehr bald entfärbt und wird besonders, um schnell zu färben, angewendet. Die Reduktion des Indigs geht hierbei auf folgende Weise vor sich: Der Kalk scheidet aus dem schwefelsauren Eisenoxydul unter Bildung von Gyps Eisenoxydulhydrat ab, das in Oxyd überzugehen strebt. Es bewirkt in dessen Folge eine Wasserzersetzung; der Sauerstoff des Wassers verwandelt das Oxydul in Oxyd, während der Wasserstoff zu dem Indigblau tritt und reducirten Indig bildet:

Indigblau	$C_{16} H_5 NO_2$			Indigweiss	$C_{16} H_6 NO_2$
Schwefelsaur. Eisenoxydul	$2 FeO, SO_3$	}	=	{ Gyps	$2 CaO, SO_3$
Kalk	$2 CaO$			Eisenoxyd	$Fe_2 O_3$
Wasser	HO				

Die Vitriolküpe wird häufiger zum Färben von Baumwollen- und Leinenstoffen, als in der Wollenfärberei benutzt.

Harnküpe. Die Harnküpe wird durch Auflösen von Indig in faulem Harn dargestellt. Die Reduktion des Indigs geschieht durch die organischen Substanzen des faulen Harnes, die Lösung des reducirten Indigs durch das durch die Fäulniss des Harnstoffs entstandene kohlensaure Ammoniak. Man benutzt die Urinküpe zum Färben von Wolle und Leinen, wiewohl sehr selten.

Opermentküpe. Die Operment- oder Arsenküpe dient vielmehr in der Zeugdruckerei als zum Blaufärben der Wolle. Man stellt sie durch Auflösen von Operment (Schwefelarsenik As S_3) und Indig in Kalilauge dar, und trägt die Lösung mit Gummi verdickt auf. Die Reduktion geht auf folgende Weise vor sich: Operment und Kali geben

unter Wasserzersetzung arsensaures Kali und unterschwefligsaures Kali; der frei werdende Wasserstoff verbindet sich mit dem Indigblau zu Indigweiss;

$$\underbrace{16\,C_{16}H_5NO_2}_{\text{Indigblau.}} + \underbrace{2\,AsS_3}_{\text{Operment.}} + \underbrace{5\,KO}_{\text{Kali.}} + \underbrace{16\,HO}_{} =$$

$$\underbrace{2\,KO, AsO_5}_{\text{arsensaur. Kali.}} + \underbrace{3\,KO, S_2O_2}_{\text{unterschwefligs. Kali.}} + \underbrace{16\,C_{16}H_6NO_2}_{\text{Indigweiss.}}$$

Zinnküpe. Bei der **Zinnküpe** bringt man den Indig mit einer Auflösung von Zinnoxydul in Aetzkali zusammen:

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Indigblau} & C_{16}H_5NO_2 \\ \text{Zinnoxydul-Kali} & SnO, KO \\ \text{Wasser} & HO\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{Indigweiss} & C_{16}H_6NO_2 \\ \text{Zinnoxyd-Kali} & SnO_2, KO \\ & \end{array}\right.$$

oder kocht Aetznatron mit Indig und metallischem Zinn:

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Indigblau} & 2\,C_{16}H_5NO_2 \\ \text{Zinn} & Sn \\ \text{Natron} & NaO, HO\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{ll}\text{Indigweiss} & 2\,C_{16}H_6NO_2 \\ \text{Zinnoxyd-Natron} & SnO_2, NaO \\ & \end{array}\right.$$

Diese Küpe wird ebenfalls hauptsächlich in der Zeugdruckerei angewendet. In neuerer Zeit wendet man zuweilen die **Zuckerküpe** an, bei welcher Milch- oder Stärkezucker bei Vorhandensein von Alkalien als Reduktionsmittel benutzt wird.

Sächsischblau. Wie schon S. 612 angegeben worden ist, löst sich der Indig in concentrirter Schwefelsäure und bildet mit derselben die **Indigschwefelsäure**. Dieselbe dient zum Blaufärben der Wolle. Um die Lösung derselben (die Indigcomposition) darzustellen, löst man 1 Th. Indig in 4 — 5 Theilen rauchender Schwefelsäure, schüttet die Lösung in einen Kessel mit Flusswasser, und bringt in die Flüssigkeit Flockenwolle, die man darin 24 Stunden liegen lässt. Nach Verlauf dieser Zeit, während welcher sich die Indigschwefelsäure auf die Wolle niedergeschlagen hat, lässt man die Wolle abtropfen, bringt sie dann in einen Kessel mit Wasser, das mit etwas kohlensaurem Ammoniak, Natron oder Kali versetzt worden ist und lässt sie mit demselben einige Zeit lang sieden. Die so erhaltene Lösung (*abgezogenes sächsisches Blau* oder *Bläue*) wird zum Blaufärben angewendet. Soll Wolle mit dieser Lösung blau gefärbt werden, so wird sie mit Alaun ausgesotten und dann mit dieser Flüssigkeit behandelt. Es bildet sich auf der Wolle indigschwefelsaure Thonerde.

Wiederbelebung des Indigs. Um aus den Abfällen, den Lumpen von Tuch u. s. w. die mit Indig gefärbt sind, den Indig wieder zu gewinnen, behandelt man die Zeuge mit verdünnter Schwefelsäure, die bis auf 100° erwärmt ist. Es löst sich die Wolle auf, während der Indig unlöslich zu Boden fällt. Militärmontur-Tücher können bis zu 2 — 3 pCt. Indig geben. Die saure Lösung der Wolle wird mit Kreide neutralisirt; der entstehende schwefelsaure Kalk eignet sich wegen der damit gemengten stickstoffhaltigen Substanz als Düngemittel.

Blaufärben mit Berlinerblau. Mit **Berlinerblau** (Kaliblau) färbt man Wolle auf zweierlei Art. Die erste Art besteht darin, die Wolle mit einer Eisenoxydlösung zu tränken, und dann durch eine Lösung von Ferrocyankalium, die mit Schwefelsäure angesäuert ist, zu ziehen. Das zweite Verfahren (*Bleu de France*) beruht auf der Benutzung der zersetzenden Einwirkung der Luft auf die Ferro- und Ferridcyanwasserstoffsäure. Man taucht die Zeuge in eine Auflösung von Ferro- oder Ferridcyankalium, Schwefelsäure und Alaun in Wasser, und setzt sie nachher der atmosphärischen Luft aus; die Ferro- oder Ferridcyanwasserstoffsäure zersetzt sich in entweichende Blausäure und in auf der Faser zurückbleibendes Eisencyanürcyanid. Das neuere Verfahren von **Meitzendorf**, vermittelst des Berlinerblau's Farbentöne darzustellen, die

den durch Sächsischblau hervorgebrachten nicht nachstehen, beruht auf der Anwendung des Ferridcyankalium. Nach dieser Methode nimmt man eine Lösung von Ferridcyankalium, Zinnchlorid ($Sn\ Cl_2$), Weinsäure und Oxalsäure, in welcher man die Wolle erhitzt. Die Oxalsäure bewirkt die Lösung des Berlinerblau's, welches letztere beim Färben nur in aufgelöster Form wirken kann, während das unlösliche unbenutzt verloren geht. Die Weinsäure erhöht den Glanz und die Lebhaftigkeit der Farbe.

Blaufärben mit Campecheholz und Kupfersalzen. Um mit Campecheholz und Kupfersalzen blau (Holzblau) zu färben, bereitet man ein Bad, in welchem man Campecheholz kochen lässt und bringt dann Alaun, Weinstein und schwefelsaures Kupferoxyd hinein. In dieser Brühe lässt man die Wolle kochen. Nach dem Ausfärben werden die Zeuge durch Kochen in einem Bad von Campecheholz, Zinnchlorür, Alaun und Weinstein geschönt. Die mit Campecheholz gefärbten und darauf geschönten Tuche haben vor den mit Indig im Stück gefärbten den Vorzug, dass sie durch Reibung und durch den Gebrauch nie weiss werden. Statt des Campecheholzes nimmt man zu *halbächten* Farben gegenwärtig auch häufig Orseille und Persio.

Gelbfärberei. Die zum Gelbfärben der Wolle am häufigsten angewendete Substanz ist der Wau, der die Eigenschaft hat, beim Zusammenbringen mit reinem Alkali weniger roth gefärbt zu werden als die übrigen gelben Farbstoffe. Die Wasserfarben bleiben an der Luft ziemlich lange unverändert, obgleich ihre Haltbarkeit mit der der Indigfarben nicht zu vergleichen ist. Die Wolle wird zuerst mit einer Lösung von Alaun und Weinstein, und dann in einem frischen Bade und Wau gekocht. Mit etwas Fisetholz oder Krapp modificirt, erhält man rothgelb, mit etwas Indigschwefelsäure citronengelb. Des Gelbholzes bedient man sich weniger zur Darstellung von reinem Gelb als von gemischten Farben. Die grosse Menge der in dem Gelbholz enthaltenen eigenthümlichen Gerbsäure bewirkt, dass mit dem Gelbholz ohne Beizen gefärbt werden kann, obgleich die so behandelte Flockenwolle eine für das Verspinnen sehr nachtheilige Härte annimmt. Der Vorschlag, aus den Abkochungen des Gelbholzes die Gerbsäure durch Hautabfälle zu fällen, ist insofern ein irrationeller, als die in dem Gelbholz enthaltene Gerbsäure eine gelbfärbende ist, und das Gelbholz durch Entfernung dieser Säure des grössten Theils seines Farbstoffs beraubt werden würde. Das Fisetholz wendet man vorzugsweise zum Gelbfärben der Merinos an. Goldgelb wird auf Wolle mit Hülfe von Pikrinsäure erzeugt.

Rothfärberei. Bei dem Rothfärben der Wolle wendet man am häufigsten den Krapp an. Die Operation der Krappfärberei zerfällt in das Ansieden und das Aussieden im Krappbade. Bei derselben muss möglichst reines Wasser angewendet werden, da besonders Kalksalze der Farbe einen eigenthümlich violetten Ton geben. Das Ansieden geschieht in einer Lösung von Alaun und Weinstein, das Aussieden in dem Krappbad, in welchem der Krappgehalt mindestens die Hälfte vom Gewicht der Wolle beträgt. Nach dem Ansieden wird die Wolle sorgfältig ausgewaschen, um alle holzigen Theile, die an der Wolle hängen, zu entfernen. Das Rothfärben mit Cochenille geht ebenso wie die Krappfärberei durch Ansieden und Aussieden vor sich. Die Nüancen mit einem Stich ins Gelbe führen den Namen Scharlach, die mit einem Stich ins Rothe Ponceau. Man siedet mit einem Bad aus Cochenille, Weinstein und Zinnsalz an und färbt mit Cochenille und Zinnsalz aus. Mit allen Theerfarbstoffen (rothen, blauen, violetten) lässt sich die Wolle mit Leichtigkeit färben, deren Affinität zu den Anilinfarben so bedeutend ist, dass die Lösung

eines solchen Farbstoffes durch Digestion mit Wolle fast vollständig entfärbt werden kann.

Grünfärben. Grün stellt man durch die Verbindung von Blau und Gelb dar. Gewöhnlich färbt man erst die Wolle blau, lässt sie dann mit Weinstein und Alaun kochen und färbt dann mit Gelbholz oder Wau aus. Das zu Spieltischen, Billardüberzügen u. s. w. angewendete grüne Tuch wird auf folgende Weise gefärbt: Man bereitet eine schwache Abkochung von Gelbholz, schüttet in das Bad etwas Sächsischblau und löst darin Alaun und Weinstein. Darauf taucht man die Stücke hinein und erhält das Bad 2 Stunden lang im Sieden. Nach dem Auswaschen bringt man das Tuch in ein frisches Gelbholzbad, zu welchem man abermals eine kleine Menge Sächsischblau gesetzt hat und färbt es darin aus. Auch mittelst Lo-kao (vergl. Seite 607) färbt man Wolle grün. — Auf ähnliche Weise erzeugt man durch Cochenille, Fisetholz, Krapp, Gelbholz etc. alle Arten gemischter Farben.

Bunte Farben.

Schwarze Farben. Die schwarze Farbe der Wolle entsteht gewöhnlich aus einer Verbindung des Eisenoxydes mit Gerbsäure und Gallussäure. Man beizt die Wolle mit schwefelsaurem Eisenoxydul an und färbt dann vermittelst einer Abkochung von Blauholz, Galläpfeln, Sumach u. s. w. aus. Zu ächtem Schwarz (Sedanschwarz) giebt man den Tüchern in der Waidküpe einen dunkelblauen Indiggrund, wäscht sie dann sorgfältig aus, bringt sie in ein Bad von Sumach und Blauholz, lässt sie darin 3 Stunden lang sieden und setzt darauf schwefelsaures Eisenoxydul hinzu. Diese Operation wird wiederholt, bis das Tuch eine intensiv schwarze Farbe angenommen hat. Zu weniger ächtem Schwarz giebt man dem Tuch einen Grund mit Berlinerblau und färbt hierauf wie vorher aus. Bei unächtem Schwarz (Bedarieuxschwarz, Toursschwarz, Genferschwarz) nimmt man Blauholz, Sumach mit etwas Gelbholz, als Basis und wendet zum Schwarzfärben schwefelsaures Eisenoxydul und schwefelsaures Kupferoxyd an. Das Schwarzfärben mit chromsaurem Kali (das Chromschwarz) — eine Erfindung von Leykauf in Nürnberg — wird auf folgende Weise ausgeführt: Man siedet mit einer Lösung von doppelt-chromsaurem Kali und Weinstein an und färbt mit einer Abkochung von Blauholz aus. Anstatt des schwefelsaurem Eisenoxyduls wendet man zweckmässiger essigsaures (holzsaures) Eisenoxydul an.

Weisses Tuch. Weisses Tuch erhält man, indem man das Tuch nach dem Schwefeln durch Kreide zieht, und nach dem Trocknen ausklopft und ausbürstet.

Seidenfärberei. Seidenfärberei. Die Seide wird gewöhnlich roh, nachdem sie entschält, gebleicht oder geschwefelt worden ist, gefärbt. Die bei der Seidenfärberei angewendeten Bäder dürfen nicht siedend, sondern müssen kalt angewendet werden.

Um die Seide schwarz zu färben wendet man entweder an

1) Blauholz und Eisensalze,
2) Blauholz und zweifach chromsaures Kali,
3) Galläpfel oder andere gerbstoffhaltige Körper und Eisensalze.

Das erstere und zweite Schwarz heisst schlechtweg Holzschwarz, das letztere Schwerschwarz. Das Holzschwarz ist billiger und findet besonders für leichte Stoffe, Bänder u. s. w. Anwendung; eine unangenehme Eigenschaft dieser Farbe besteht darin, dass sie durch die Einwirkung selbst verdünnter Säuren geröthet wird. Theurer und umständlicher ist das Schwerschwarz, dafür hat es aber auch den grossen

Vortheil, dass es durch Säuren nicht verändert wird, dass ferner Seide in Schwerschwarz eine Gewichtsmenge farbegebender Substanzen aufnimmt, die 60, 80, ja selbst 100 pCt. ihres eigenen Gewichtes beträgt*). Der Seidenfärber muss auf Verlangen für 100 Pfund rohe Seide 160, 180 — 200 pCt. schwerschwarzgefärbte abliefern. In Deutschland wendet man als gerbsäurehaltige Substanz Knoppernextract oder sogenannten „schwarzen Seidengrund", ein in Böhmen fabricirtes sehr adstringirendes Extract, an. Oft ist die schwarze Seide im höchsten Grade mit Farbe gesättigt, wodurch das Zeug eine scheinbar grosse Stärke erhält, während die Farbe unhaltbar ist und das Zeug abfärbt. Eine solche Farbe heisst Dunstfarbe. Unter dem Mikroskop beobachtet man, dass die Farbe den Seidenfäden nur lose anhaftet. Das Schwerschwarzfärben wird ausgeführt, indem man die Seide zuerst gallirt, d. h. durch ein gerbsäurehaltiges Bad zieht und dann mit Eisensalzen ausfärbt (Mailänderschwarz); das Schwarz, welches einen Grund hat von Blutlaugensalz und salpetersaurem Eisenoxyd führt den Namen Blaukesselglanz. Wohl keine Farbe in der Seidenfärberei hat von jeher zu so viel Spekulationen Veranlassung gegeben, als die Herstellung des Schwerschwarz, da der Zweck, den man in dem gegebenen Falle zu erreichen beabsichtigt, ein doppelter ist, man will nämlich Schwarzfärben, dann will man aber auch erschweren. Das erstere geschieht durch diejenigen Gerbematerialien, die wie Galläpfel u. s. w. eisenbläuende Gerbsäure enthalten, das zweite, das Erschweren, beruht auf der Eigenschaft der Gerbstoffe, sich leicht und vollständig mit thierischen Stoffen, also auch mit der Seide verbinden zu können. Ebenso wie beim Gerben des Leders die Haut an Masse und Gewicht zunimmt, ebenso wirkt die Gerbsäure auf die Seidenfaser ein, indem sie dieselbe anschwellen, voluminöser und deshalb auch schwerer macht. Je reicher an Gerbsäure das Bad ist, desto schwerer wird bis zu einer gewissen Grenze die Seide werden müssen. Ob man ein Eisenoxyd oder ein Eisenoxydulsalz zum Ausfärben anwendet, ist nicht gleichgültig; gallirte Seide durch ein Oxydbad gezogen, wird sogleich schwarz, durch ein Oxydulbad dagegen zuerst blos schwärzlichviolett, dann aber an der Luft nach und nach auch schwarz. Wenn nun gleich die Wirkung des Oxydulsalzes, der Wirkung des Oxydsalzes im endlichen Resultate gleicht, so hat dennoch für bestimmte Zwecke bald dieses, bald jenes seine besonderen Vortheile: bei geringeren Mengen von Gerbsäure ist das Eisenoxyd zulässig und nützlich, bei grossen Massen von Gerbsäure dagegen nur das Oxydul anwendbar.

Eine blaue Färbung wird der Seide mittelst Indig, Berlinerblau, Blauholz und Anilinblau (Azurin, Cyanin, *Bleu de Paris*, *Bleu de Mulhouse*) ertheilt. Man wendet seltener die Indigküpe, als den gereinigten schwefelsauren Indig (den abgezogenen Indig) an. Um mit Berlinerblau zu färben, taucht man das Zeug zuerst in ein Gemenge von Wasser, Raymond'scher Flüssigkeit**) und Zinnchlorür, wäscht es mit Wasser aus und zieht es durch eine siedendheisse Seifenlösung. Nach dem Auswaschen taucht man es in eine Lösung von Kaliumeisen-

*) Die zu Schuhschnüren bestimmte Seide giebt sogar 255 pCt. gefärbte Seide auf 100 rohe.

**) Die Raymond'sche Flüssigkeit besteht aus schwefelsaurem Eisenoxydul in Salpetersäure gelöst. Das vermittelst dieser Flüssigkeit hervorgebrachte Blau heisst Raymond's-Blau. Das Napoleonblau, viel brillanter als das Raymondblau, erhält zuerst ein Eisenbad mit Zinnsalz, nachfolgt ein mit Schwefelsäure angesäuertes Bad von Kaliumcyanür.

cyanür, die mit etwas Salzsäure angesäuert worden ist. Man erhöht die Schönheit der Farbe, wenn man die gefärbte Seide durch ammoniakhaltiges Wasser zieht. Mittelst Anilinblau ist die Färbung der Seide eine sehr einfache, indem man nur die zu färbende Seide in eine Lösung der Farbstoffe zu bringen und darin zu lassen hat, bis die gewünschte Nüance zum Vorschein gekommen ist.

Die rothe Färbung wurde bis auf die neueste Zeit mittelst Safflor (Carthamin), Cochenille und Orseille, namentlich mit französischem Purpur hervorgebracht, gegenwärtig wendet man allgemein die rothgefärbten Verbindungen des Rosanilins (unter dem Namen Fuchsin, Azaleïn, Magenta, Sulferino etc.) an. Die Operation des Färbens ist bei Anwendung von Anilinroth höchst einfach, indem man die Seide in der Lösung der Farbstoffe bis zur Erzielung der gewünschten Nüance verweilen lässt. Das Anilinroth auf Seide ist, was Lebhaftigkeit, Intensität und Reinheit der Farbe betrifft, die schönste aller rothen Farben. Die Orseille findet in der Seidenfärberei ebenfalls häufige Anwendung, obgleich ihr in dem Anilinviolett ein mächtiger Concurrent erwachsen ist.

Gelb färbt man am häufigsten durch Wau, zu welchem man, wenn eine ins Orange ziehende Farbe erhalten werden soll, etwas Orlean setzt. Zuweilen erzeugt man auf Seide durch die Einwirkung von Salpetersäure ein Hellgelb durch die Bildung von Pikrinsäure, das durch die Einwirkung der Alkalien dunkler wird. Um Orangegelb zu erzeugen, zieht man die Seide durch eine alkalische Orleanlösung. Zu ordinärem Grün wird es mit Wau, Quercitron, Gelbholz, oder mit Pikrinsäure gelb und dann mit Indigcomposition oder Indigcarmin blau gefärbt; zu solidem Grün färbt man erst mit *Bleu-Raymond* blau und dann mit Gelbholz auf verschiedene Weise grün. Zu Lila wendet man Anilinviolett, Orseille oder Blauholz und Zinnchlorid (Pensé-Physikbad) an.

Baumwollfärberei.

Baumwollfärberei. Man färbt die Baumwolle als Garn oder als Zeug, am häufigsten wohl als Garn. Sie ist weit schwerer ächt zu färben als Wolle und bedarf eine weit kräftigere Beize. Blau erzeugt man auf Baumwolle vermittelst der Vitriolküpe, Berlinerblau (Chemischblau), Campecheholz und Eisenvitriol, und einer Lösung von Kupferoxyd in Ammoniak, welches letztere beim Trocknen ein schönes Hellblau giebt. Gelb erzeugt man durch Avignonkörner, Wau, Gelbholz, Quercitronrinde, Orlean, essigsaures Eisenoxydul und Chromgelb, Grün durch Vitriolküpe und Quercitron, Braun durch Eisensalz, Quercitron und Krapp oder durch Manganoxydhydrat. Schwarz färbt man ächt, indem man zuerst in der Vitriolküpe blau grundirt, hierauf mit holzessigsaurem Eisenoxydul anbeizt und dann in einem Bade von Galläpfeln und Blauholz ausfärbt.

Bei der Baumwollrothfärberei ist der Krapp besonders wichtig. Man unterscheidet Ordinärroth und Türkischroth; ersteres wird auf ungeöltem Grunde, letzteres auf Garne oder Gewebe gefärbt, die vorher mit Oelbeizen behandelt worden sind.

Türkischrothfärberei.

Das Türkischroth (Adrianopelroth, indisch Roth), das nach dem Waschen der Stoffe (Garn oder Gewebe) noch schöner und lebhafter wird, erhält man auf folgende Weise; man unterscheidet vier Operationen

1) das Beizen des Garnes mit Oel,
2) das Galliren,
3) das Ausfärben,
4) das Schönen und Rosiren.

Das Beizen geht in dem Mistbade, einer Mischung von eigenthümlich saurem Olivenöl (Tournantöl) mit Potasche, Schafkoth und Wasser, und in dem Weiss- oder

Hauptölbade, einem Gemisch von Tournantöl, Potasche und Wasser vor sich. Man lässt die Zeuge darauf an der Luft liegen, wodurch ein Theil des Tournantöles, das von der Baumwolle aufgenommen worden ist, sich verändert und dieselbe beizt oder mordancirt. Das nicht verbundene Oel wird durch Potasche- oder Sodalösung entfernt.

Das Galliren (Schmacken, Sumachen) wird mit einer Abkochung von Galläpfeln oder Sumach verrichtet; die gallirte Baumwolle in einer mit kohlensaurem Natron neutralisirten Lösung von Alaun durchgearbeitet, getrocknet und nochmals alaunt.

Das Ausfärben oder Krappen geschieht mit einer Abkochung von Krapp, das Schönen und Rosiren, wodurch das gefärbte Garn die scharlachrothe Nüance erhält durch Erhitzen mit Seifenlösung, Zinnchlorür und Salpetersäure. Obgleich die Türkischrothfärberei in Europa schon seit Jahrhunderten eingeführt und vielfach verbessert worden ist, so ist doch in dieser langen Zeit keine genügende Erklärung dieses Processes gegeben worden, und die Theorie derselben noch ziemlich im Dunkeln. Es ist wahrscheinlich, dass durch die Einwirkung des Kothes (der auch durch ein Gemenge von phosphorsauren Salzen mit Leim ersetzt werden kann) das Zeug eine Art von Animalisation erleidet, durch welche dasselbe die Eigenschaft erhält, schönere und glänzendere Farben anzunehmen, als wenn es nur mit mineralischen Substanzen gebeizt worden wäre. Neuere Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass das dabei in grosser Menge angewendete Oel, in Berührung mit der Luft sich zersetzt und mit der animalisirten Faser sich verbindet, vielleicht ebenso wie der Thran mit der thierischen Faser in der Sämischgerberei. Persoz ist der Ansicht, dass das Oel die Hauptrolle bei der Türkischrothfärberei spiele und hält das Alaunen dabei für etwas Ueberflüssiges. Trotzdem möchte es scheinen, als wenn eine Verbindung von ölsaurer und gerbsaurer Thonerde die Fixirung der Krappfarbstoffe auf der gewissermaassen gegerbten animalisirten Baumwollfaser begünstige.

Färben der leinenen Zeuge.

Das Färben der leinenen Zeuge geschieht ähnlich wie bei der Baumwolle, doch ist in Folge der eigenthümlichen Beschaffenheit der Leinfaser die Verwandtschaft derselben zu Farbstoffen weit geringer als die der Baumwollenfaser.

Die Zeugdruckerei *).

Zeugdruckerei.

Die Zeugdruckerei hat zum Zweck, auf Wollen-, Seiden-, Baumwollen- und Leinenstoffen farbige Muster hervorzubringen. Die in derselben angewendeten Farben zerfallen in zwei Abtheilungen, nämlich in solche, die vermittelst gravirter Platten direkt auf das Zeug aufgetragen werden (Applications-, Schilder- oder Tafeldruckfarben), und solche, die man durch Eintauchen des Zeuges in die Farbenbrühe (Kessel- oder Krappfarben) hervorbringt. Zu den ersteren gehören die Eisenfarben, das Berlinerblau, der Krapplack, der Indig und die Cochenille, zu den letzteren der Krapp, die Cochenille, das Blauholz, der Wau, der Sumach u. s. w. Es giebt verschiedene Arten, die Zeuge zu bedrucken, Entweder man bringt

1) die hinlänglich mit einem Verdickungsmittel und der Beize vermischte Farbe auf das Zeug, oder man trägt

2) nur die verdickte Beize auf diejenigen Stellen des Zeuges auf, die Farbe erhalten sollen und zieht darauf das Zeug durch die Farbenbrühe; oder man färbt

3) das ganze Zeug, mit Ausnahme derjenigen Stellen, die eine andere Farbe erhalten sollen; diese Stellen werden mit einer Substanz (Reservage, Deckpappe, auch die Schutzpappen oder Schutzreserven gehören hierher) bedeckt, die zu dem Farbstoff der Flotte keine Verwandtschaft hat;

*) Vergl. mein Handbuch der Technologie; Bd. IV. p. 590.

4) endlich kann man farbige Muster dadurch erhalten, dass man das Zeug gleichmässig färbt und dann auf denjenigen Stellen, die anders gefärbt werden sollen, die Farbe wieder wegnimmt; zu diesem Behufe wendet man chemisch wirkende Substanzen, Aetzbeizen, Aetzmittel, Enlevagen an.

Bei vielen Farben bedarf es der Einwirkung der Wasserdämpfe zur Befestigung der Farben; man nennt solche Farben Dampffarben. Sind die aufgedruckten Farben anorganische Farbstoffe (wie Ultramarin) oder Lacke (wie Krapplack), welche man auf mechanischem Wege (mit Albumin, Caseïn, Kleber) auf dem Gewebe befestigt, so heissen die Farben Körperfarben. In der Zeugdruckerei wendet

Beizen. man leicht lösliche Beizen (*Mordants*) an, deren Säure sich leicht von der Base trennt, so dass letztere mit der Faser eine Verbindung eingehen kann. Meist wendet man als Beize essigsaure Thonerde (vergl. S. 305) und essigsaures Eisenoxyd an. Seltener findet der Alaun oder eine Auflösung von Thonerde in Natron (Natron-Aluminat) Anwendung. Um chromsaures Bleioxyd zu erzeugen, wendet man als Beize essigsaures Bleioxyd an; ebenso wendet man bisweilen Zinnverbindungen (vergl. S. 75) als Beize an. In neuerer Zeit hat man die Anwendung des Caseïns in seiner Verbindung mit Kalk als Beize vorgeschlagen. Zu diesem Behufe löst man Caseïn in verdünntem Ammoniak auf und vermischt mit dieser Lösung frischen Kalkbrei. Mit der entstehenden Flüssigkeit (Caseïn-Kalk) tränkt man das zu färbende Zeug. Durch Erwärmen wird die Verbindung unlöslich und der Stoff ist so vollständig gebeizt, dass derselbe dem Waschen mit alkalischen Flüssigkeiten widersteht. Um die Steifigkeit und Härte des Zeuges zu verhindern, die bei der Anwendung des Caseïn-Kalkes als Beizmittel entsteht, hat man vorgeschlagen, die Verbindung vor der Anwendung mit Tournantöl zu vermischen, und sie dann erst auf das Zeug aufzutragen. Baumwollenes Zeug verhält sich darauf wie Wolle und ist befähigt, dieselben Farben aufzunehmen. Auch das Albumin, der Kleber und die Gerbsäure finden als Mordant in dem Zeugdruck Anwendung.

Verdickungsmittel. Man giebt den Beizen und Farben vor dem Auftragen eine dickliche Consistenz. Als Verdickungsmittel wendet man Senegalgummi, Tragant, Stärke, Leiokom, Dextrin, Salep, Mehl, Kleber, Pfeifenthon mit Senegalgummi, Leim, schwefelsaures Bleioxyd, Zucker, Melasse, Glycerin, zuweilen auch Chlorzink und salpetersaures Zinkoxyd an. Von der Beschaffenheit des Verdickungsmittels ist die Güte der Farbe abhängig. Am häufigsten wendet man jetzt die geröstete Stärke oder das Leiokom (vergl. 392), seltener aber Eiweiss an. Bei der Wahl des Verdickungsmittels ist zu berücksichtigen, dass bei sehr sauren Beizen Stärke nicht angewendet werden kann, weil sie durch die Säure ihre Consistenz verliert, dass bei gewissen Metalllösungen wie z. B. basisch essigsaurem Bleioxyd, Zinnlösung, salpetersaurem Eisen- und Kupferoxyd, welche mit Gummi coaguliren, Gummi zum Verdicken nicht benutzt werden darf.

Reservagen. Wie schon erwähnt, trägt man im Zeugdruck zuweilen gewisse Substanzen vor dem Färben des Zeuges an denjenigen Stellen auf, die weiss bleiben sollen. Man nennt solche Substanzen Reservagen (Deckmittel, Deckpappen). Gewöhnlich ist die Reservage ein Gemisch, das die Bestimmung hat, das Indigblau zu verhindern, in aufgelöster Form an gewissen Stellen auf das Zeug einzuwirken, so dass dasselbe an den Stellen, wo die Reservage liegt, weiss bleibt, oder mindestens, vor der Berührung mit dem Zeug in das Indigblau, mithin in unlösliche Form übergehe. Die Reservagen sind zusammengesetzt aus teiggebenden Substanzen, wie Pfeifenthon, Fett, Oel, schwefelsaurem Bleioxyd, und aus Körpern, die leicht Sauer-

stoff abgeben, wie *schwefelsaures* oder *essigsaures Kupferoxyd* oder ein Gemenge von Kali und rothem Blutlaugensalz. Häufig setzt man zu den Reservagen zugleich eine Beize für gewisse andere Farben (Thon- oder Eisenbeize), um die Stellen, welche durch die Reservage in der Küpe weiss bleiben, darauf in einer anderen Farbenbrühe (von Krapp und Quercitron) auszufärben. Man nennt diese Art von Druckerei Lapis, in Folge einer entfernten Aehnlichkeit, welche einige dieser Muster mit dem Lasurstein (*Lapis lazuli*) haben. Die sogenannte weisse Reservage für Walzendruck besteht z. B. aus Grünspan oder Kupfervitriol, essigsaurem Bleioxyd, welche Substanzen mit Gummi- oder Dextrinlösung verdickt und dann auf die Zeuge aufgetragen werden. Den Tag darauf zieht man sie durch die Indigküpe, bis sie den erforderlichen Grad von Intensität erlangt haben. Zuletzt zieht man sie durch ein Bad von verdünnter Schwefelsäure, bis die Reservage weiss ist. Der Vorgang hierbei ist folgender: So wie der reducirte Indig mit dem Kupferoxyd in Berührung kommt, verwandelt er sich auf Kosten des Sauerstoffs des Kupferoxydes in Indigblau, das sich unlöslich in der Reservage niederschlägt. Das Behandeln mit verdünnter Schwefelsäure hat zum Zweck, das in der Reservage befindliche Kupferoxydulhydrat wegzunehmen und das unlösliche Indigblau auszuwaschen.

Ausser den Kupferoxydsalzen wendet man zu weissen Reservagen auch *Quecksilberchlorid* und *Zinkvitriol* an; ersterer wirkt ähnlich dem Kupferoxydsalz, letzterer dadurch, dass das Zinkoxyd mit dem Indigweiss eine unlösliche Verbindung eingeht, die sich an den reservirten Stellen niederschlägt.

Aetzmittel. Die Aetzmittel (Aetzpappen) haben die Bestimmung, auf bereits gefärbten Zeugen auf chemischem Wege weisse Stellen hervorzubringen; dies geschieht entweder durch Auflösen der Beizen (Enlevagendruck) oder durch Zerstören der Farben (Druck mit Aetzbeizen). Um das erstere zu bewerkstelligen, bedient man sich einer Säure, die sich mit der Base verbindet (Phosphorsäure, Arsensäure, Milchsäure, Oxalsäure, Kieselflusssäure); um Farben zu zerstören, wendet man Chlorkalk, Chromsäure, ein Gemenge von Kali und rothem Blutlaugensalz, übermangansaures Kali, Salpetersäure, die Sauerstoff abgebend (oxydirend) wirken, oder Zinnchlorür, Eisenvitriol, welche Sauerstoff aufnehmend (reducirend) wirken, an. Eine der am häufigsten angewendeten sauren Aetzbeizen (*zur Entfernung*

Säuren. *der Beize*) ist die Weinsäure, die besonders zum Auflösen der Thonerde und des Eisenoxydes der Beize angewendet wird. Bisweilen wird sie mit zweifach schwefelsaurem Kali vermischt angewandt. Ein roth- oder blaugefärbtes Zeug, das an den zu bleichenden Stellen mit einem Gemenge von Weinsäure, Pfeifenthon und Gummi bedeckt worden ist, verliert sogleich an den bedruckten Stellen seine Farbe,

Oxydirende Mittel. wenn es in ein Bad von Chlorkalk getaucht wird. Das Wegbeizen des Indigblau's durch oxydirende Mittel beruht darauf, dass das im Wasser unlösliche Indigblau durch Sauerstoffaufnahme in Isatin übergeht, welches löslich ist und leicht durch Waschen mit Wasser entfernt werden kann:

$$\underbrace{C_{16}H_5NO_2}_{\text{Indigblau.}} + 2\,O = \underbrace{C_{16}H_5NO_4}_{\text{Isatin.}}$$

Man wendet zur Zerstörung des Indigblaus Chromsäure an, die unter Sauerstoffabgabe zu Chromoxyd reducirt wird. In der neueren Zeit hat Mercer vorgeschlagen, zum Bleichen des Indigs in der Zeugdruckerei ein Gemenge von Kali und rothem Blutlaugensalz (Ferridcyankalium) anzuwenden. Zu diesem Zwecke tränkt man das in der Indigküpe blaugefärbte Zeug mit einer Lösung von rothem Blutlaugensalz, und druckt dann mit Leiokom verdicktes Aetzkali auf. Durch das

Kali wird das rothe Blutlaugensalz (Ferridcyankalium) in gelbes (Ferrocyankalium) verwandelt und das Indigblau durch den dabei freiwerdenden Sauerstoff in Isatin übergeführt:

Ferridcyankalium	$2\,(2\,Cfy, K_3)$	geben	Ferrocyankalium	$4\,(Cfy, K_2)$
Kali	$2\,KO$		Isatin	$C_{16}H_5NO_4$
Indigblau	$C_{16}H_5NO_2$			

Reducirende Mittel.

Von den reducirenden Aetzmitteln ist das wichtigste das *Zinnchlorür*, das bei mit Eisenoxyd gefärbten Zeugen Anwendung findet. Bringt man Zinnchlorür mit Eisenoxyd zusammen, so bildet sich leicht lösliches Eisenchlorür, das durch Waschen entfernt wird, und unlösliche Zinnsäure (richtiger Zinnoxydul-Oxyd), die für Roth und Gelb als Beize dient.

Baumwolldruckerei.

Baumwolldruckerei. Der Druck auf Baumwolle kann geschehen 1) durch Färben aus dem Kessel, 2) durch Tafeldruck, oder 3) durch Aetzdruck.

Bei dem *Färben aus dem Kessel* (Kessel- oder Krappfarbendruck) trägt man die mit einem Verdickungsmittel verdickte Beize, zu welcher man gewöhnlich ein wenig Farbebrühe (Blende) gesetzt hat, um sie aufgedruckt zu erkennen, vermittelst Dessinformen (Model, Druckmodel) oder vermittelst gravirter Platten oder Walzen auf. Zum Handdruck wendet man einen Drucktisch an, der mit wollenem Zeug, dem Drucktisch, überzogen ist. Auf diesen Tisch wird das Zeug ausgebreitet und auf letzteres mit Druckformen die Beize aufgedruckt. Die Druckformen sind entweder von Holz (Birnbaumholz, Buxbaumholz, Tannenholz) oder bestehen aus Metallstiften und Figuren, die in dem Holz der Form befestigt sind. Damit die Beizen gleichförmig aufgetragen werden, wendet man einen *Rahmen* (das Chassis), auf welchem man ein Stück weisses Tuch nagelt, und einen Bottich mit der sogenannten *falschen Farbe* an, der zur Hälfte mit einer dicken Gummilösung oder mit Leinsamenschleim angefüllt ist. Auf dieser Flüssigkeit schwimmt ein mit Wachstuch überspannter Rahmen, der vorher mit Fett überzogen worden ist. Man trägt nun die Beize mittelst einer Bürste oder eines Pinsels auf den Rahmen auf. Auf dieses setzt der Drucker die Form, so dass die erhabenen Stellen Beize aufnehmen, bringt sie dann auf das auf dem Drucktische befindliche Zeug und schlägt mit der Faust oder mit einem hölzernen Hammer auf die Rückseite der Form, damit sich alle Theile der Form vollständig abdrucken. Werden mehrere Beizen auf einmal mittelst besonderen Bürsten auf den Rahmen aufgetragen und dann auf das Zeug gedruckt, so erreicht man die mannigfaltigsten Nüancen (den Irisdruck oder Fondudruck).

Um das Verfahren beim Druck zu beschleunigen, hat man verschiedene Maschinen in Anwendung gebracht, so z. B. die von *Perrot* in Rouen im Jahre 1833 erfundene *Perrotine*; diese Maschine arbeitet mit 3—4 hölzernen, platten Formen von der Breite des Zeuges, welche die Beizen oder Farben erhalten und sie durch solche auf das Zeug abdrucken. Anstatt der Druckplatten wendet man seit längerer Zeit sehr häufig Platten oder Walzen an. Bei den *Walzen- oder Rouleaudruckmaschinen* ist das Muster in einen kupfernen Cylinder eingravirt, der durch die Maschine umgedreht wird. Unter demselben befindet sich eine hölzerne mit Tuch überzogene Walze, die zum Theil in die Farbe taucht und den Cylinder mit Farbe speist. Dicht dabei ist ein Abstreichmesser (der Doctor oder Rakel), das von den erhabenen Stellen des Cylinders die überflüssige Farbe entfernt, und sie nur in den Vertiefungen, welche das Dessin darstellen, lässt.

Nach beendigtem Aufdruck der Beizen ist es nothwendig, das Zeug einige Zeit lang ruhen zu lassen, ehe man zum Ausfärben schreitet. Es ist dies namentlich bei Thonerde- und Eisenbeizen nothwendig, damit eine innige Verbindung der Beize mit dem Zeug stattfinden kann. Nach dem Trocknen und Ruhen der Beizen muss das Zeug vor dem Ausfärben von dem Verdickungsmittel, der zum Erkennen angewendeten Blende, hauptsächlich aber von dem unverbundenen Theile der Beize befreit werden. Bei Zeugen aber, die in Krapp ausgefärbt werden sollen, ist die Reinigung der Zeuge im Kühkothbade (das Kühkothen) nothwendig. Gewöhnlich setzt man etwas Kreide zu, um die Essigsäure der Beizen zu sättigen. Obgleich eine genügende Theorie der Wirkung des Kuhkothes noch nicht aufgestellt ist, so sind doch alle Kattundrucker darüber einig, dass seine Anwendung unerlässlich ist. Nach Mercer und Blyth lässt sich der Kuhkoth durch phosphorsaure und arsensaure Erden ersetzen; diese Chemiker schlagen vor, ein Gemenge von phosphorsaurem Natron und phosphorsaurem Kalk anzuwenden. Neuerdings hat man auch kieselsaures Natron als Kuhkothsalz anzuwenden vorgeschlagen. Nach dem Behandeln im Kuhkothbad wird das gebeizte Zeug gewaschen und alsdann ausgefärbt. Leicht lösliche Farbstoffe werden in Auflösung angewendet, dies ist der Fall bei der Cochenille, dem Quercitron, dem Wau, dem Safflor u. s. w.; andere, die sich nur schwer in Wasser lösen, wie die Farbstoffe des Krapps, werden ungekleinert als Krapp oder Garancine in das Färbebad gebracht. Wenn verschiedene Beizen aufgedruckt worden sind, so versteht es sich von selbst, dass mit einem einzigen Färbebad verschiedene Farben erhalten werden können. So kann man mit Krapp roth in allen Abstufungen, schwarz, braun und violett färben, wenn Thonerde und Eisenbeize, und ein Gemenge beider aufgedruckt wurde. Da die Farbe nur an denjenigen Stellen haftet, an welchen sich Beize befindet, so kann der Farbstoff von dem übrigen Zeug leicht entfernt werden. Letzteres geschieht durch Waschen, Behandeln mit Kleie und Seife, und Auslegen auf den Rasen. Bei mit Krapp gefärbten Zeugen bleicht man mit einer Lösung von Chlorkalk oder mit Javelle'scher Lauge (vergl. S. 205). Einzelne Farben, denen, so wie sie aus dem Färbebade kommen, der Glanz und die Nüance abgeht, werden geschönt (avivirt). Bei dem Türkischroth geschieht dies durch längere Zeit fortgesetztes Sieden mit einer Lösung von Seife und Zinnchlorid.

Tafelfarben. Das Verfahren, eingedickte Farben und Beizen gemeinschaftlich aufzutragen, nennt man Tafeldruck, und die dazu angewendeten Farben Applications- oder Tafelfarben (topische Farben). Man kennt zwei Arten von Tafelfarben, die *eine* Art wird im gelösten Zustand aufgedruckt und geht auf der Faser nach und nach in die unlösliche Form über, die *andere* Art druckt man unlöslich auf und verdickt sie mit plastischen Substanzen, mit deren Hülfe sie der Faser adhäriren. Zu der letzteren Art gehören die Körperfarben (z. B. der Ultramarindruck). Durch Behandeln der gefärbten Zeuge mit heissem Wasserdampf werden viele Tafelfarben auf Baumwollgeweben fixirt und heller gemacht. Die so erzeugten Farben heissen Dampffarben; ihre Herstellung spielt eine wichtige Rolle im Zeugdruck. Zu diesem Zwecke lässt man die bedruckten Zeuge 2 — 3 Tage lang trocknen und spannt sie sodann in einem Raume auf, der durch heisse Wasserdämpfe bis auf 100° erhitzt ist. Die Dauer der Operation des Fixirens durch Dampf ist von der Temperatur und der Natur des Dessins abhängig; sie variirt zwischen 20 — 45 Minuten. Auf welche Weise der Dampf die Befestigung der Farben bewirkt, ist nicht genau bekannt. Nach Chevreul soll sie auf dieselbe Weise wie das Kochen der Nahrungsmittel vor sich gehen, welche durch eine bestimmte Tempe-

ratur ebenfalls eine gewisse Veränderung erleiden. Um blau (Applicationsfarbe) zu erhalten, trägt man Opermentküpe (vergl. S. 613) mit kohlensaurem Natron und Gummipulver verdickt auf, und wäscht das Zeug 24 Stunden nach dem Auftragen der Farbe aus. Dampfblau erhält man durch Aufdrucken einer mit Stärke verdickten Lösung von Ferrocyankalium, Weinsäure mit kleinen Mengen von Schwefelsäure, Trocknen, Lüften und Dämpfen. Gelb wird auf die bekannte Weise durch Tränken mit essigsaurem Bleioxyd und Ziehen durch eine Lösung von zweifach chromsaurem Kali dargestellt. Zu Grün nimmt man eine Mischung von chromsaurem Bleioxyd und Berlinerblau.

Aetzdruck. Bei dem Aetzdruck sucht man, wie oben erwähnt, durch Aetzmittel an gewissen Stellen des Zeuges die Farbe wegzunehmen. Die Operation, vermittelst welcher die ganze Oberfläche des Stückes mit Beize bedeckt wird, heisst das Klotzen (Aufklotzen, Grundiren). Dies geschieht, indem man das Zeug mit einer Lösung der Beize imprägnirt und dann durch zwei mit Tuch umwickelte Walzen durchlaufen lässt, wodurch theils das Zeug gleichmässig mit der Beize getränkt, theils von dem Ueberschuss derselben befreit wird. Nachdem die Beize aufgetragen worden ist, wird das Zeug getrocknet. Während die aufgedruckten Aetzbeizen den Zweck haben, das mordancirte Zeug stellenweise von der Beize zu befreien, damit es an diesen Stellen beim Ausfärben keine Farbe annehme, wirken die Enlevagen zerstörend auf die Farbe selbst. Säuren, wie Oxalsäure, Citronensäure, Weinsäure, Milchsäure, Phosphorsäure, Arsensäure, Kieselflusssäure, eben so auch das Zinnchlorid gehören demnach zu den Aetzbeizen, unterchlorige Säure, Chromsäure, Mercer's Liquor und überhaupt die ozonabgebenden Mittel zu den Enlevagen. Für Thonerde- und Eisenbasen bedient man sich folgender Aetzbeizen: für Eisenbasen einer Lösung von Oxalsäure und Weinsäure in Wasser, zu welcher man Citronensaft und gebrannte Stärke und Dextrin als Verdickungsmittel und etwas Lösung von Indig in Schwefelsäure zum Blenden der Aetzbeize setzt; bei Thonerdebasen einer Lösung von zweifach oxalsaurem Kali (Sauerkleesalz), Weinstein, Weinsäure und Glaubersalz in Wasser, zu welcher man Kleister als Verdickungsmittel setzt. Der Zweck des Aetzens ist aber nicht allein, die Farben zu zerstören oder weisse Stellen zu erzeugen, sondern auch, bunte andersgefärbte Stellen auf dem gefärbten Zeug hervorzubringen. Letzteres geschieht, indem man zu dem Aetzmittel Farbe setzt; diese Farben müssen, wenn als Aetzmittel Enlevagen von Chlor angewendet werden, unorganische, wie salpetersaures Bleioxyd, Berlinerblau u. s. w., sein. Um auf einem einfarbigen Grund gefärbte Aetzungen hervorzubringen, bedient man sich z. B. bei türkischroth gefärbten Zeugen folgenden Verfahrens: Um weiss zu erhalten, trägt man eine Aetzbeize, bestehend aus Weinsäure, Wasser, arabischem Gummi und gerösteter Stärke auf, für blau ein Gemenge von Weinsäure, Berlinerblau, Zinnsalz, Stärke und Wasser, für gelb salpetersaures Bleioxyd, Weinsäure, Stärke und Wasser, für grün ein Gemenge von Gelb und Blau, für schwarz eine mit salpetersaurem Eisenoxyd versetzte concentrirte Abkochung von Blauholz. Wenn man die mit diesen verschiedenen Beizen bedruckten Zeuge durch eine Lösung von Chlorkalk oder Javelle'sche Lauge zieht, so wird an den bedruckten Stellen die Farbe des Grundes zerstört, und es nimmt die Farbe der Beize die Stelle derselben ein. Zur Zerstörung der Grundfarbe wendet man auch Chromsäure an, die, indem sie zu Chromoxyd reducirt wird, zur Hervorbringung von braunen Nüancen Anwendung findet.

Druck mit Anilinfarben. Die Anilinfarben in Hinsicht auf Zeugdruck sind fast durchweg Dampffarben. Das Aufdrucken und die Befestigung auf das Zeug geschieht auf verschiedene Weise, entweder

1) druckt man das verdickte Mordant auf und befestigt es durch Trocknen und Lüften oder durch Dämpfen, und färbt es dann in der Lösung des Theerfarbstoffes (Roth, Violett, Blau) aus; die Farbe haftet dann an den mordancirten Stellen; oder

2) man verdickt den Mordant, welcher vorher mit dem Theerfarbstoff versetzt wurde, druckt die Mischung auf, trocknet und dämpft sie.

Die als Mordants im Anilindruck angewendeten Substanzen sind bei dem Anilindruck ziemlich zahlreich, zuerst ist hier zu erwähnen das Eiweiss aus Eiern, dann das Blutalbumin, namentlich das unter Mitwirkung von Terpentinöl durch Ozon gebleichte; ferner die verschiedenen Kleberapparate, so der nach W. Crum's Angabe in schwacher Natronlauge gelöste Kleber, oder nach Scheurer-Rott eine Lösung von Kleber in einer schwachen Säure, oder nach Liès-Bodard eine Lösung in Zucker-Kalk, oder endlich nach dem Verfahren von Hanon durch beginnende Fäulniss löslich gemachter Kleber. Anstatt des Klebers kann man auch anwenden Caseïn entweder in Aetzlauge oder in Essigsäure gelöst, oder Leim oder gerbsauren Leim nach den von Kuhlmann und Lightfoot vorgeschlagenen Methoden. Den genannten stickstoffhaltigen Körpern reihen sich an das Tannin, die fetten Oele und gewisse Oelpräparate wie die Oelschwefelsäure, Palmitinschwefelsäure und Glycerinschwefelsäure, und gewisse Harze z. B. der Schellack aufgelöst in Alkalien, Borax etc.

Ueber einige dieser organisirten Mordants geben wir nachstehend einige Details. Die *saure Oelbeize* wird dargestellt durch Mischen von 2 Th. fettem Oel mit 0,5 Th. concentrirter Schwefelsäure; nach beendigter Reaktion löst man das Produkt in 8 Th. Alkohol. Diese Mischung wird aufgedruckt, getrocknet und das bedruckte Zeug durch ein Bad von Anilinfarbstoff passirt. In den Druckereien Mühlhausens wurden nach diesem Verfahren keine zufriedenstellenden Resultate erzielt.

Der *Anilinfarbendruck mit Hülfe von Kleber* geht auf folgende Weise vor sich: Weizenkleber, in bekannter Weise durch Auskneten von Weizenmehl mit Wasser und Entfernen der Stärke durch Auswaschen dargestellt, wird in einem geeigneten Gefässe so lange sich überlassen, bis er in Folge der Bildung einer Säure schleimig und hinlänglich flüssig geworden ist. Im Sommer ist der Kleber gewöhnlich nach 5—6 Tagen genügend flüssig, im Winter in 8—10 Tagen. Hierauf reinigt man die schleimige Masse dadurch, dass man den darin enthaltenen Kleber wieder unlöslich macht; dies geschieht durch Sättigen der Säure mit einer Lösung von kohlensaurem Natron. 5 Kilogr. Kleber erfordern in diesem Zustande gewöhnlich 560 Grm. einer Sodalösung von 1,15 spec. Gew. Der hierdurch unlöslich ausgeschiedene Kleber wird ausgewaschen und in Natronlauge von 1,080 spec. Gew. (auf 5 Kilogr. wendet man 435 Grm. Lauge an) gelöst und die Lösung mit 3,5 Liter Wasser verdünnt. Nachdem das Zeug mit dieser Mischung bedruckt oder geklotzt und dann getrocknet worden ist, wird es gedämpft und dann gespült. Die Lösung des Anilinfarbstoffs wird nun als Färbebad benutzt, durch welches das mordancirte Zeug passirt wird; oder man druckt dieselbe auch auf das mit der Kleberbeize imprägnirte und dann gedämpfte und gewaschene Zeug auf, wonach man den Stoff zur Befestigung der Farbe nochmals dämpft. Der Kleber lässt sich übrigens ohne die angegebene Reinigung anwenden, wenn man ihn so lange aufbewahrt, dass er den höchsten Grad der Flüssigkeit erreicht; in diesem Falle vermischt man ihn mit ungefähr dem dritten Theile seines Gewichts Natronlauge von 1,08 spec. Gew.

Soll *Caseïn* als Mordant Anwendung finden, so mischt man dasselbe mit Natron, und nachdem das Zeug mit dieser Mischung bedruckt oder imprägnirt worden ist, bedruckt man es mit dem Anilinfarbstoffe.

Ganz verschieden von der vorstehenden Methode in der Herstellung von Aufdruckfarben aus Anilinpräparaten ist

3) Das Verfahren von Gratrix und Javal, welches auf zweierlei Weise ausgeführt wird, entweder

α) bilden sie eine Verbindung des Anilinfarbstoffes mit Gerbstoff, verdicken mit Senegalgummi und drucken diese Mischung auf das mit Zinnmordant oder einer andern Beize imprägnirte Zeug auf; oder

β) sie drucken eine verdickte Galläpfelabkochung auf das wie oben angegeben präparirte Zeug auf, wodurch sich eine Verbindung von gerbsaurem Zinnoxyd u. s. w. bildet, und passiren den Stoff nach dem Trocknen durch eine saure Lösung des Anilinfarbstoffes.

Um (nach α) die Verbindung von Gerbstoff mit dem Farbstoff zu erzeugen, setzt man zu einer Lösung des Anilinfarbstoffs so viel einer frisch bereiteten Galläpfelabkochung oder besser Tanninlösung, als zur vollständigen Fällung des Farbstoffes erforderlich ist. Der Niederschlag wird auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen und in Essigsäure, Alkohol oder Holzgeist aufgelöst. Die Lösung wird mit Gummi verdickt und dann aufgedruckt. Nach dem Drucken wird die Waare gedämpft und gewaschen, mit oder ohne Anwendung von Seife, was von der verlangten Nüance abhängig ist; die rothe Farbe erheischt namentlich ein Seifenbad. Nach dem zweiten (sub β erwähnten) Verfahren wird das Zeug mit zinnsaurem Natron imprägnirt und dann eine mit Senegalgummi verdickte Lösung von Gerbstoff oder dergl. aufgedruckt. Das Zeug wird dann gedämpft und die Beize durch ein gewöhnliches Fixirungsbad befestigt. Das Färben geschieht in einem gewöhnlichen Krappfärbekessel, der mit Wasser angefüllt ist, das mit Essigsäure angesäuert und bis auf etwa 50° erhitzt wurde. Man legt das Zeug ein, indem man nach und nach den nöthigen Farbstoff, in Essigsäure gelöst, zugiebt. Sobald aller Farbstoff zugesetzt worden ist, erhitzt man nach und nach bis zum Kochen.

Appretur der bedruckten Zeuge.

Nachdem die Zeuge bedruckt worden sind, beendigt man die Arbeit durch Appretur, die darin besteht, dieselben mittelst einer Stärkelösung zu tränken, wodurch die Zeuge mehr Festigkeit erhalten, sie darauf zu trocknen, znsammenzulegen und zu pressen. Bei der Appretur der Möbelkattune setzt man der Stärkelösung weisses Wachs zu. Um gedruckten Mousselinen den beliebten sammetähnlichen Angriff zu geben, setzt man der Stärke während des Kochens mit Wasser, eine kleine Menge Walrath zu.

Das Bedrucken von Leinwand.

Das Bedrucken von Leinwand beschränkt sich auf die Darstellung indigblauer Farbentücher mit hellblauen oder weissen Figuren und ähnlicher einfacher Artikel.

Wolldruckerei.

Bei dem Wollzeugdruck wendet man vorzugsweise den Tafeldruck und den Druck auf vorher mit einem Physikbade behandelte Zeuge an. Die Fixirung der Farben geschieht mittelst Dampf. Man unterscheidet ausserdem bei der Wolldruckerei 1) die Golgasdruckerei und 2) die Berilldruckerei. Bei der ersteren, die jetzt nur noch selten angewendet wird, beizt man den Golgas, ein leichtes flanellartiges Gewebe, mit Alaun und Weinstein, und presst denselben darauf zwischen hölzernen oder bleiernen Formen (Golgasformen), die nur so weit durchbrochen sind, als die Farbe hindurch und in das Zeug eindringen soll, daher zu jedem Stück Zeug zwei Formplatten erforderlich sind. Die Farbenbrühen werden durch die Oeffnungen der Form eingegossen. Der Theil, der nicht mit der Wollfaser in Verbindung tritt, läuft hindurch und wird in einem untergestellten Gefässe angesammelt. Die Erzeugung des Musters kommt daher bei dem Golgasdruck darauf zurück, dass man die dem Muster entsprechenden Theile des Wollstoffes durch Pressung verhindert, die Farbe aufzunehmen. — Bei der Berilldruckerei druckt man die mit Stärke verdickten Tafelfarben mittelst messingener Formen auf leichte Flanelle heiss auf und entfernt das Verdickungsmittel nicht. Man erhält so farbige erhabene Muster.

Seidendruckerei.

Das Verfahren bei der Seidendruckerei ist im Allgemeinen dasselbe wie bei der Baumwolldruckerei. Entweder druckt man Tafelfarben auf, die man mit Wasserdämpfen befestigt, oder man druckt verschiedene Beizen auf und färbt dann in der Farbenbrühe aus. Eine eigenthümliche Art der Seidendruckerei gründet sich auf die Eigenschaft der Salpetersäure, seidene und wollene Stoffe dauernd gelb zu färben, die meisten Farbstoffe zu zerstören, auf Harze und Fette aber erst nach längerer Zeit einzuwirken. Man nennt diese Art der Druckerei

Mandarins. Mandarinage und die auf diese Weise bedruckten Zeuge Mandarins. Um mit Salpetersäure auf den mit Indig gefärbten Grund gelb zu ätzen, druckt man auf das seidene Zeug eine Reservage aus Harz und Fett auf, taucht es sodann 2 — 3 Minuten lang in ein bis auf 50⁰ erwärmtes saures Bad aus 1 Th. Wasser und 2 Th. Salpetersäure und bringt es darauf in fliessendes Wasser. Nach dieser Operation lässt man das Zeug in einer mit Potasche versetzten Seifenlösung Bandanas. sieden. Die nicht reservirten Stellen sind schön gelb. — Bei dem Bandanasdruck, durch welchen man auf ächt krapproth gefärbten Taschentüchern weissgeätzte Figuren erzeugt, werden die Stoffe ähnlich wie bei dem Golgasdruck zwischen zwei bleierne, mit Ausschnitten versehene Platten gepresst. Eine mit etwas Schwefelsäure versetzte Lösung von Chlorkalk dringt an jenen Stellen in das Zeug ein, welche den Ausschnitten entsprechen und nimmt daselbst das Roth hinweg. Auf gleiche Weise werden die geätzten Stellen z. B. gelb gefärbt, indem man eine Lösung von essigsaurem Bleioxyd und sodann eine Lösung von chromsaurem Kali hindurchtreibt.

VI. Die Beleuchtung und Heizung.

Die Beleuchtung.

Allgemeines über Beleuchtung.

Von der grossen Anzahl von Körpern, welche bei ihrer Verbrennung dauernd Licht entwickeln, sind es nur wenige, die geeignet sind, als Leuchtmaterialien angewendet zu werden. Nur eine kleine Anzahl erfüllt die Bedingungen, unter denen nur eine Verwendung als Beleuchtungsmittel möglich oder vortheilhaft ist; diese Bedingungen sind:

1) dass der Körper beim Verbrennen Wärme in hinreichender Menge entwickelt, um fortbrennen zu können; 2) dass, wenn der fragliche Körper ein starrer ist, er vor der Verbrennung Gas- oder Dampfgestalt annehme, da sonst die zu Beleuchtungszwecken unerlässliche Lichterscheinung, die wir Flamme nennen, nicht stattfindet; 3) dass der verbrennende Körper in der Flamme feste Körper ausscheide, da nur hierdurch das Leuchtvermögen der Flamme bedingt ist; 4) dass derselbe selbst, oder das Rohmaterial, welches zu dessen Herstellung dient, in der Natur in grösserer Menge aufgespeichert, und mit geringen Kosten zu beschaffen sei; 5) dass die Produkte der Verbrennung gasförmig und ohne schädlichen Einfluss auf die Gesundheit und das Leben der Geschöpfe seien.

Es ist als allgemein bekannt vorauszusetzen, dass eine jede Anhäufung von grösseren Mengen von Wärme einem Körper die Eigenschaft ertheilt, Licht auszustrahlen; bei den festen und flüssigen Körpern, deren Moleküle dichter an einander gelagert sind, bemerkt man daher im höheren Grade das Vermögen, beim Erhitzen Licht auszustrahlen, als bei den gas- und dampfförmigen Körpern. Bei etwa 500—600° zeigt ein fester Körper die Eigenschaft des Rothglühens, bei ungefähr 1000° die des Weissglühens, ein gasförmiger Körper, bis auf die genannten Temperaturen erhitzt, leuchtet dagegen nur äusserst schwach. Damit ein gasförmiger Körper, und nur ein solcher kann, wie oben erwähnt, zu Beleuchtungszwecken Anwendung finden, leuchte, ist es nöthig, dass bei seiner Verbrennung entweder ein starrer Körper sich in der Flamme von selbst ausscheide, wie die Kohlenstoffpartikelchen in der gewöhnlichen Flamme, welche glühen und die Lichtenwickelung bewirken, oder ein starrer Körper in die an sich nicht mit Leuchtkraft begabten Flammen hinein gebracht werde und darin ins Glühen gelange, so z. B. eine Spirale von Platindraht in einer Wasserstoffgasflamme, ein Stück Kalk in dem Knallgasgebläse u. s. w.

Wenn wir von der letztgenannten Art der Beleuchtung, welcher ohne Zweifel eine grosse Zukunft bevorsteht, und von der Beleuchtung auf elektrischem Wege vorläufig absehen, und nur diejenige Leuchtart, bei welcher die Lichtausstrahlung der Flamme eine Folge ist von in der Flamme selbst ausgeschiedenen und darin suspendirten und bis zum Glühen erhitzten Kohletheilchen, ins Auge fassen, so folgt *a priori*, dass alle Körper, die

als Leuchtmaterialien Anwendung finden sollen, Verbindungen des Kohlenstoffs nebst dem Wasserstoff enthalten müssen. Und diese Kohlenwasserstoffe finden sich auch in der That in allen Substanzen, die entweder als Beleuchtungsstoffe selbst, oder zu deren Fabrikation Benutzung finden, so in dem Talg, dem Palmöl und der daraus dargestellten Stearin- und Palmitinsäure, dem Wachs, dem Walrath, dem Paraffin, dem Rüböl, dem Solaröl, dem Photogen und dem Petroleum, dem Camphin, ferner in der Steinkohle, den bituminösen Schiefern wie der Bogheadkohle, dem Holz, den Fetten und den Harzen.

Flamme. Jeder flüssige und feste Körper, der sich bei einer Temperatur verflüchtigt oder unter Zersetzung vergast, welche geringer als die zur Verbrennung erforderliche ist, kann begreiflicherweise nur als Gas brennen. Die dabei wahrzunehmende Lichterscheinung nennt man die Flamme. Dieselbe erlangt ihre bekannte Form durch den Druck der sie umgebenden Luft, indem letztere als gasförmiger und durch die Wärme leichter gewordener Körper verdrängt und zum Aufsteigen veranlasst wird. Das Leuchtmaterial wird, wenn es aus geschmolzener Paraffin- oder Stearinsäure, oder aus Oel (Rüböl oder Solaröl) besteht, in den freien Zwischenräumen des Dochtes wie von Capillarröhren in die Höhe gezogen und in der Nähe der Flamme in gasige und dampfförmige Produkte zersetzt, deren Natur im Wesentlichen mit der des gereinigten Leuchtgases übereinstimmt.

Die ersten und wichtigsten Aufklärungen über die Natur der Flamme und das Leuchten derselben, namentlich über die Ursache ihrer ungleichen Lichtstärke verdanken wir H. Davy. In neuerer Zeit haben wieder mehrere Chemiker ihre Aufmerksamkeit dem Studium der Flamme zugewendet, und die Arbeiten von Hilgard, Landolt, Volger, Lunge, Frankland und Kersten haben unsere Kenntnisse hinsichtlich der Natur des Leuchtens der Flamme nicht unwesentlich erweitert.

Die genaue Betrachtung einer Flamme lässt darin drei Theile unterscheiden, nämlich 1) einen äusseren, leuchtenden Mantel, den sogenannten Schleier, 2) einen mittleren, glühenden Kern und 3) einen innersten und untersten Theil, in welchem letzteren die Vorwärmung der zur Verbrennung gelangenden gasigen Körper erfolgt. Die gewöhnliche Annahme über die Natur des Leuchtens der Flamme ging bis auf die neueste Zeit dahin, dass aus den Kohlenwasserstoffen, welche die Flamme bilden, durch die hohe Temperatur und durch den von aussen eindringenden atmosphärischen Sauerstoff, welcher sich vorzugsweise mit dem Wasserstoff verbinde, der Kohlenstoff abgeschieden werde und durch sein Erglühen in der Wasserstoffflamme dieselbe leuchtend mache. Durch die oben erwähnten Arbeiten, namentlich die von Hilgard, welcher mit einer Kerzenflamme operirte und von Landolt, der die Natur des Leuchtens der Gasflamme zum Gegenstand des Studiums machte, erfahren wir, wie schnell die atmosphärische Luft mit den Verbrennungsprodukten durch die Flamme diffundirt und wie im Innern derselben die brennbaren Gase abnehmen, die Verbrennungsprodukte aber zunehmen. Alle diese Untersuchungen sind jedoch noch nicht zur Erklärung vieler der gewöhnlichsten Erscheinungen bei leuchtenden Flammen hinreichend. Man ist z. B. noch keineswegs im Klaren über den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung eines Leuchtstoffes und seinem Leuchtwerthe, so dass die Gasanalysen, welche zum Zwecke der Werthsbestimmung des Leuchtgases gegenwärtig häufig ausgeführt werden, immer noch wenig Aufklärung in dieser Hinsicht geben.

Das, was man über die Natur der Flamme weiss, ist eine Folge der Untersuchung O. Kersten's, welche die zunächst von Erdmann ausgesprochene Ansicht bestätigt, dass bei der Verbrennung des Leuchtgases der Sauerstoff zunächst und vorzugsweise an den freien, in der Flamme suspendirten und die Leuchtkraft bedingenden Kohlenstoff tritt und nicht zunächst an den Wasserstoff. O. Kersten neigt sich über die Natur der leuchtenden Flamme folgender Ansicht zu: Die Verbrennung findet nicht im Innern, sondern nur in dem Schleier und in dem Theile des leuchtenden Mantels, der ihnen zunächst liegt, statt, denn es kann nicht angenommen werden, dass durch eine Schicht glühenden Wasserstoffs und Kohlenstoffs eine Spur Sauerstoff eindringen könne; die im Innern wahrgenommenen Verbrennungsprodukte sind nicht dort entstanden, sondern nur durch Diffusion dahin gelangt. Die Gesammthitze der Flamme rührt mithin vom Schleier der Verbrennungszone her. Die Temperatur des Innern der Flamme und des Mantels nimmt natürlich nach oben stark zu, und daher ist der leuchtende Theil, in welchem der Kohlenstoff durch die Hitze ausgeschieden wird, unten eine dünne Hülle des dunklen Kegels, weiter oben aber, wo die Temperatur, bei welcher die Kohlenwasserstoffgase in ihre Bestandtheile sich spalten, sich bis in

die Mitte erstreckt, erfüllt er das gesammte Innere, weshalb man hier eine massive leuchtende Flamme hat. Indem dann der freie Kohlenstoff dem sauerstoffreichen Schleier sich nähert, verbrennt er zu Kohlensäure, und hauptsächlich während dieser Verbrennung leuchtet er, und zwar um so mehr, je lebhafter sie ist. In dem Schleier verbrennt mithin zuerst Kohlenoxyd und Wasserstoff zugleich; dass dieser Schleier am untern Theile noch keinen leuchtenden Mantel bildet, erklärt sich daraus, dass die Masse der innern Gase noch zu kalt ist, als dass eine Abscheidung von Kohlenwasserstoffen möglich wäre. Das Nichtleuchten einer Flamme, selbst der von einem ölbildenden Gase, in Folge zu geringer Ausdehnung der hohen Schleiertemperatur lässt sich wahrnehmen, wenn man eine Gasflamme möglichst klein macht; in diesem Falle findet Verbrennung im Ganzen statt, ehe eine Zersetzung vor sich gehen konnte, wie im unteren blauen Theile einer leuchtenden Flamme. Das Leuchten beruht demnach auf der Zusammensetzung des Gases vor der Verbrennung und keineswegs auf einer Späterverbrennung des Kohlenstoffs. Die Gestalt der Flamme und ihrer Theile und alle ihre Eigenthümlichkeiten erklären sich somit ungezwungen.

Unter den gewöhnlich stattfindenden Verhältnissen gehört es zur Zusammensetzung eines Leuchtmateriales, welches bei ruhiger Luft leuchten, aber nicht russen soll, dass es auf 6 Gewichtstheile Kohlenstoff 1 Gewichtstheil Wasserstoff enthalte, wie es ungefähr bei dem ölbildenden Gase, dem Paraffin, dem Wachse und der Stearinsäure der Fall ist. Terpentinöl schon, welches auf 1 Th. Wasserstoff $6^1/_2$ Th. Kohlenstoff enthält, verbrennt mit russender Flamme, in weit höherem Grade ist dies bei dem Benzol der Fall, das aus 1 Th. Wasserstoff und 2 Th. Kohlenstoff besteht. Soll der überschüssige Kohlenstoff, der sich als Russ ausscheidet, verbrennen, so kann dies nur durch vermehrte Luftzufuhr geschehen, wie es z. B. der Fall ist bei den Lampen durch Aufsetzen eines Glascylinders. Flammen, die keine Kohle ausscheiden wie die des Grubengases und des Alkohols, brennen nur wenig leuchtend. Die Leuchtkraft eines leuchtenden Gases wird sofort vernichtet, wenn man demselben atmosphärische Luft zumischt, wie es z. B. in den Gasbrennern zu Heizungszwecken in den chemischen Laboratorien geschieht; oder wenn man es mit indifferenten Gasen oder Dämpfen mengt.

Die Beleuchtung findet statt

I. vermittelst bei gewöhnlicher Temperatur starrer Substanzen, die in Kerzenform zur Anwendung kommen, hierher gehören der Talg, das Palmöl, die Stearin- und Palmitinsäure, die Elaïdinsäure, das Wachs, der Walrath und das Paraffin;

II. vermittelst flüssiger Substanzen, welche vorzugsweise zur Lampenbeleuchtung dienen, welche wieder zerfallen

a) in nichtflüchtige Oele wie Rapsöl, Olivenöl und Thran;

b) in flüchtige Oele; letztere sind entweder

α) ätherische Oele wie das Camphin (gereinigtes Terpentinöl), oder

β) durch Verarbeitung von Theer (aus Torf, Braunkohle, Blätterschiefer) erhaltene Mineralöle, die Gemenge von flüssigen Kohlenwasserstoffen sind, und unter dem Namen Solaröl, Photogen, Kerasin im Handel sich finden, oder endlich

γ) das von der Natur gelieferte Steinöl oder Petroleum;

III. vermittelst gasförmiger Substanzen, welche entweder durch trockne Destillation von Steinkohle, bituminösem Schiefer, Torf, Holz, Harzen und Fetten sich bilden, welche bei hoher Temperatur in einem festen kohlenreichen Rückstand, in Theer und in Gase zerlegt werden, oder auch wie das Wassergas aus Kohle und Wasserdämpfen entstehen.

Beleuchtung durch feste Substanzen.

I. Beleuchtung vermittelst fester Substanzen. Sehen wir von den Kienspänen ab, deren man sich in armen Gegenden zur Beleuchtung bedient, so ist die Kerze oder das Licht die einzige Form, unter welcher

Kerzen.

man feste Substanzen zur Beleuchtung verwendet. Die Kerze besteht aus dem cylindrisch geformten Beleuchtungsmaterial (Talg, Stearinsäure, Paraffin, Walrath, Wachs), in dessen Mitte sich der aus baumwollenen Fäden gedrehte Docht befindet. Wenn gleich die Verbrennung, welche hierbei stattfindet, dieselben Erscheinungen, wie die oben angegebenen, zeigt, so sind doch die Umstände, unter denen die Verbrennung fortdauert, von denen der Oel- und Gasflamme verschieden. Stellen wir uns z. B. eine Stearinkerze vor, so werden nach dem Anzünden des Dochtes die demselben zunächst liegenden Theile geschmolzen werden, und es bildet sich um den Docht herum eine mit geschmolzenem Stearin angefüllte Vertiefung,

während der Rand der Kerze längere Zeit stehen bleibt und erst nach und nach schmilzt. Das geschmolzene Stearin steigt in dem Dochte durch Capillarität in die Höhe und zersetzt sich in dem Maasse, als es sich der Flamme nähert. Während man bei der Oel- und Gasbeleuchtung eines Luftstromes bedarf, kommt bei der Beleuchtung vermittelst fester Substanzen keine andere Luft in Betracht, als die die Flamme umgebende. Daraus folgt die Nothwendigkeit, dass die Stärke des Dochtes im richtigen Verhältnisse zum Durchmesser der Kerze stehe. Man unterscheidet *gedrehte* und *geflochtene Dochte*, d. h. solche, bei welchen die einzelnen Fäden mehr parallel und geradlinig oder eine Schraubenlinie beschreibend neben einander liegen, und solche, welche aus mehreren gesonderten und sich kreuzenden Fadenbündeln bestehen.

Talgkerzen. Zur Fabrikation der Talgkerzen (Unschlittlichter) wendet man gewöhnlich ein Gemenge von Hammel- und Rindstalg an. Rindstalg allein würde zu weich sein. Der rohe Talg wird zerschnitten oder zerstampft, dann vorsichtig geschmolzen und die geschmolzene Masse durch einen Durchschlag oder durch Leinwand gegossen, und auf diese Weise von den Häuten getrennt. Der so erhaltene Talg wird am besten im Wasserbade mit Wasser erhitzt, stark umgerührt und nach dem Absetzenlassen vom Wasser durch Ablassen getrennt. Einige Lichtfabrikanten setzen zu dem Wasser, das zur Reinigung des Talges angewendet wird, Alaun, Kochsalz oder *Cremor tartari*. Das in den Membranen zurückbleibende Fett wird sehr zweckmässig zur Seifenfabrikation angewendet. Die Talgkerzen werden entweder gegossen oder gezogen.

Gegossene Talgkerzen. Zur Fabrikation der gegossenen Talgkerzen benutzt man metallene Formen, die aus einem Metallgemisch von 2 Th. Zinn und 1 Th. Blei bestehen. Eine solche Form besteht aus 2 Theilen, der eigentlichen Kerzenform, die aus einem hohlen, an beiden Enden offenen Cylinder, dessen innere Fläche polirt ist, und einer Kapsel zusammengesetzt ist, die zum Eingiessen des flüssigen Talges, zum Befestigen des Dochtes und endlich nach dem Erkalten zum Herausnehmen der Kerze aus der Form dient. Zwölf oder noch mehrere solcher Formen werden vertical neben einander auf den sogenannten Giesstisch gestellt und die Dochte mittelst eines hakenförmig gebogenen Eisendrahtes eingezogen. Die untere Oeffnung der Form muss so beschaffen sein, dass der durchzogene Docht dieselbe möglichst verschliesst und das Ausfliessen des Talges verhindert. Der Docht wird an dem oberen Ende durch die Kapsel festgehalten. Darauf füllt man mit dem bei sehr gelindem Feuer geschmolzenen Talg die Formen an. Ehe der Talg in der Form erstarrt, zieht man den Docht an beiden Enden straff an, um ihn in die Mitte zu bringen. Nach dem Erkalten entfernt man die Kerzen aus den Formen. Der Theil des Talges, der sich in der Kapsel befindet, wird durch Abschneiden von der Kerze getrennt. Es ist Erfahrungssache, dass die Talgkerzen durch längeres Aufbewahren weisser und vorzüglicher werden. Häufig macht man die Kerzen dadurch härter, dass man den Talg vorher durch Auspressen von dem darin enthaltenen Oleïn befreit; eine ähnliche Härte der Kerzen bewirkt man durch Zusatz von etwas Wachs, das man entweder mit dem Talge zusammenschmilzt, oder für sich in die Kerzenform im geschmolzenen Zustande bringt und durch horizontale Bewegungen die innere Fläche der Form mit Wachs überzieht. Giesst man dann auf gewöhnliche Weise den Talg in die Formen, so findet man nach dem Herausnehmen die Kerzen mit einer dünnen Wachsschicht überkleidet. Diese Art Kerzen nennt man Sparlichter. Sparlichter.

Gezogene Lichter. Die Fabrikation der gezogenen Lichter besteht einfach darin, vertical und zu wiederholten Malen Dochte in geschmolzenen Talg zu tauchen, bis die Kerze die erforderliche Dicke erlangt hat. Die gezogenen Kerzen sind wohlfeiler und brennen etwas sparsamer als die gegossenen; sie werden deshalb vorzugsweise in ärmeren Gegenden angewendet.

Stearinkerzen. Die Fabrikation der Stearinkerzen (richtiger Palmitinsäurekerzen) hat in der neueren Zeit einen bedeutenden Aufschwung erhalten. Sie begann im Jahre 1825 in Paris unter der Leitung von Gay-Lussac und Chevreul. Die verschiedenartigen, bei der Stearinkerzenfabrikation angewendeten Operationen lassen sich in zwei Abtheilungen bringen; nämlich in die Umwandlung des Talges in Fettsäuren und in die Abscheidung des flüssigen, nicht krystallisirten Theiles. Wie schon bei der Seifensiederei (Seite 257) erwähnt worden ist, bestehen der Talg und das Palmöl (das heutzutage wichtigste Material der Stearinkerzenfabrikation) aus drei verschiedenen Säuren, der Stearin-, Palmitin- und Oelsäure, die an Glyceryloxyd gebunden sind, welches letztere unter Aufnahme von Wasser in Glycerin übergeht. Die Oelsäure ist eine Flüssigkeit, Stearin- und Palmitinsäure sind aber feste Körper. Letztere beiden Säuren abzuscheiden, wobei gewöhnlich die Palmitinsäur ein überwiegender Menge erhalten wird, ist Zweck der beiden Operationen bei der Stearinkerzenfabrikation.

Abscheidung der fetten Säuren durch Verseifung mit Kalk. Die fetten Säuren werden entweder durch Verseifung oder durch Destillation abgeschieden. Zu diesem Zwecke schmilzt man den Talg oder das Palmöl durch Wasserdampf und bringt in die geschmolzene Masse Kalkmilch. Die Flüssigkeiten werden unter Umrühren 7 — 8 Stunden lang erhitzt. Nach vollendetem Verseifen und Erkalten findet man auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine Kalkseife, aus stearin-, palmitin- und ölsaurem Kalk bestehend, während das Glycerin sich in Wasser gelöst befindet. Die Kalkseife wird herausgenommen, zwischen geriffelten Walzen gepulvert und darauf in besonderen Gefässen mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. Der ausgeschiedene Gyps wird zuweilen als Düngemittel benutzt. Anstatt der Schwefelsäure wendet man zum Zersetzen der Kalkseife auch zuweilen Salzsäure an. Die getrennten Fettsäuren werden mit Wasser umgeschmolzen, zu welchem man etwas Schwefelsäure gesetzt hat. Nachdem dies geschehen, schmilzt man die Säuren abermals mit Wasser, um die Schwefelsäure oder Salzsäure zu entfernen, und giesst darauf die geschmolzene Masse in blecherne Formen. Nach dem Erkalten erscheint sie gelb und krystallinisch. Die gelbe Färbung rührt von der nicht krystallisirten Oelsäure her, die sich zwischen den Krystallen der beiden anderen Fettsäuren befindet. Gewöhnlich bedient man sich in den Fabriken der hydraulischen Presse, um die flüssige Oelsäure von den beiden anderen Säuren zu trennen. Nach zweimaligem Auspressen in der Kälte und in der Wärme sind die aus Palmitin- und Stearinsäure bestehenden Kuchen zur Raffination geschickt, welche darin besteht, dass man die Kuchen von Neuem mit Wasser kocht, in welchem Oxalsäure sich gelöst befindet (auf 500 Kilogr. Stearinsäure $^1/_2$ Kilogr. Oxalsäure in 500 Liter gelöst) und erkalten lässt. Zuletzt kocht man noch einmal mit reinem Wasser aus.

Glycerin. Die hierbei als Nebenprodukt fallende Oelsäure dient zur Fabrikation der Seife und als Schmiermittel, sowie zum Einfetten der Wolle. Das Glycerin, das aus der wässerigen Lösung durch Abdampfen derselben erhalten werden kann, ist eine syrupdicke Flüssigkeit von süssem Geschmack; ein spec. Gewicht von 1,260 entspricht 98 pCt. wasserfreiem Glycerin. Die ölartige Beschaffenheit, so wie der Umstand, dass das Glycerin bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist und bei der Kälte nicht erstarrt, die Beständigkeit des Präparates, der angenehme Geschmack, die Unschädlichkeit u. s. w. scheinen dem Glycerin eine grosse Rolle in den Gewerben anzuweisen. Man verwendet es u. a., um den

Thon für das Modelliren im gehörig feuchten Zustande zu erhalten, zum Schmieren von Maschinenbestandtheilen, zum Füllen der Gasuhren (Gasmesser), zur Fabrikation der Copirtinte, in der Färberei als Lösungsmittel (z. B. der Anilinfarbstoffe), zur Bereitung der Weberschlichte u. s. w. In den gegohrenen Flüssigkeiten (Wein, Bier; vergl. Seite 427) findet sich das Glycerin in namhafter Menge*). Durch die Einwirkung von Salpetersäure erhält man aus dem Glycerin ein explosives Präparat, das Nitroglycerin oder Glonoïn.

Abscheidung der fetten Säuren durch Destillation.

Die Abscheidung der fetten Säuren aus den Fetten durch Destillation liefert Produkte, welche den durch Verseifung erhaltenen bei Weitem nachstehen. Der Hauptzweck der Abscheidung ist aber, aus geringeren Fetten, wie aus Abfällen von der Olivenölgewinnung, Knochenfett, Darmfett, aus Satz des Wallfischthrans, Oelsäure, Seifenwasser, Palmöl u. s. w., ein brauchbares Material zur Fabrikation der Kerzen zu erhalten. Es ist schon seit langer Zeit bekannt, dass concentrirte Schwefelsäure, in Berührung mit Talg- oder Palmöl, sich mit den Fetten Stearin, Oleïn, Glycerin, Palmitin etc. verbindet und Palmitinschwefelsäure, Oleïnschwefelsäure, Glycerinschwefelsäure u. s. w. erzeugt. Wird die Masse mit Wasser übergossen, so löst sich die Glycerinschwefelsäure auf, während die Palmitinschwefelsäure u. s. w. ungelöst zurückbleiben. Durch siedendes Wasser werden die gepaarten fetten Säuren schnell zersetzt, so dass die Schwefelsäure sich in Wasser löst und die fetten Säuren sich abscheiden. Letztere werden vermittelst überhitzten Wasserdampfes der Destillation unterworfen. Das von Masse und Tribouillet angewendete Verfahren der Darstellung der fetten Säuren besteht in Folgendem: Die mit verdünnter Schwefelsäure unter Erhitzung mit Wasserdampf gewaschenen Fette werden mit concentrirter Schwefelsäure in einem kupfernen oder einem mit Blei ausgefütterten eisernen Kessel verseift, indem man das Gemisch von Fett und Schwefelsäure ungefähr 12 Stunden lang einer Temperatur von 120° aussetzt. Die Quantität der anzuwendenden Schwefelsäure richtet sich nach der Art des Fettes, zu Palmöl sind 8 — 9 pCt. (nach neueren Erfahrungen in England nur 5 pCt.), zu Fett aus Seifenwasser 10 — 13 pCt. genügend. Nach Vollendung der Verseifung lässt man die Mischung einige Stunden erkalten und wäscht sie mit heissem Wasser aus. Durch die Verseifung und das Auswaschen wird der Schmelzpunkt des Fettes erhöht, so schmilzt Palmöl bei 30°, nach dem Verseifen mit Schwefelsäure bei 38°, nach dem Auswaschen bei 40°. Die gewaschenen Fettsäuren werden jetzt der Destillation unterworfen. Der dazu benutzte Apparat besteht entweder aus einem eisernen mit Deckel versehenen Kessel oder aus einem dampfkesselähnlichen Cylinder, der durch ein Bleibad auf 300° erhitzt wird. Mit dem Kessel oder dem Cylinder steht ein weites Rohr in Verbindung, das die verflüchtigten Körper in den Verdichtungsapparat leitet, während die zu gleicher Zeit gebildeten brennbaren Gase unter die Feuerung geleitet werden. Sobald die Temperatur der Fette 300° beträgt, wird bis auf 250 — 300° erhitzter Wasserdampf durch ein enges Rohr unter das Fett geleitet. Der überhitzte Wasserdampf veranlasst die Destillation der fetten Säuren bei einer Temperatur, die weit niedriger ist als die, welche zur Destillation der fetten Säuren für sich nothwendig gewesen sein würde, wobei aber ein Theil des Fettes zersetzt und ein braunes Produkt erhalten worden wäre. Die destillirten fetten Säuren werden zum Erkalten in Krystallisirgefässe gegossen und zuerst kalt,

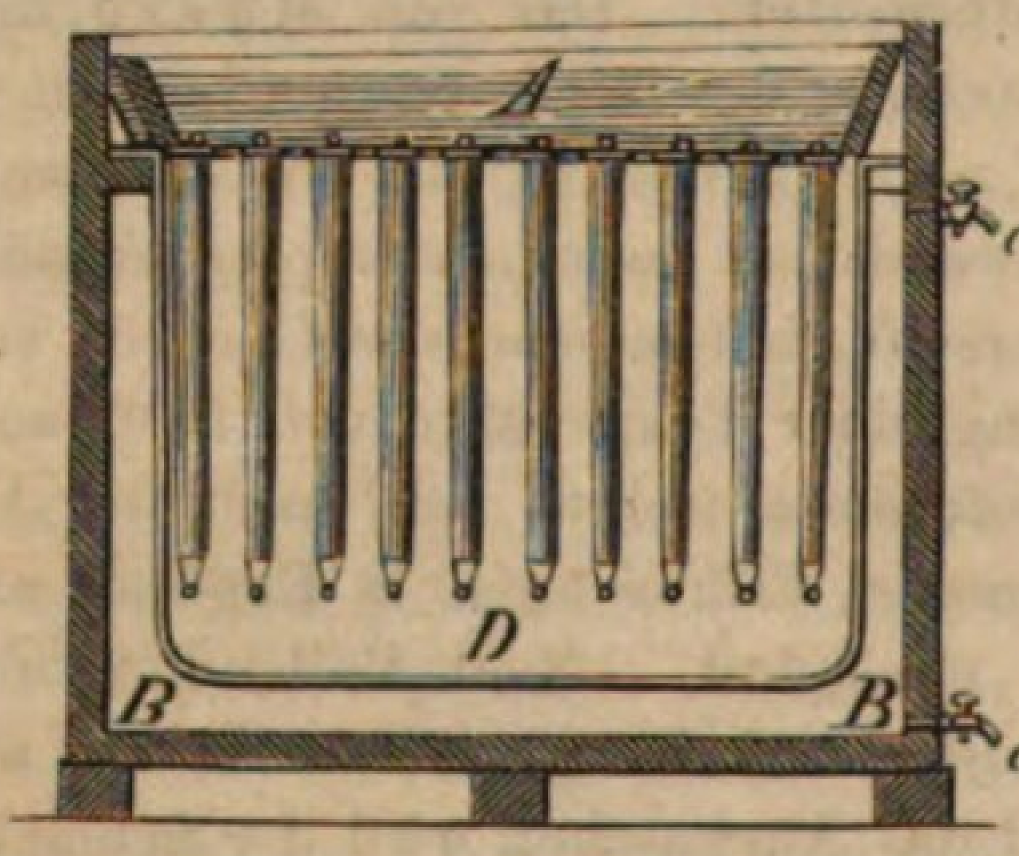
*) Wie aus einer jüngst publicirten Arbeit von J. J. Pohl (in Wien) folgt, rührt der süsse Geschmack mancher (ausgegohrenen) Weine vom Glycerin (und nicht von der Glycose, wie man bisher annahm) her.

dann warm gepresst. Palmöl giebt 70—80 pCt. gepresste fette Säure, Oelsäure aus Stearinkerzenfabriken 25—30 pCt., dickes Olivenöl 55—60 pCt.*).

Darstellung der Kerzen.

Beim Giessen der Kerzen schmilzt man die fetten Säuren in kupfernen, mit Ausgüssen versehenen Pfannen im Wasserbade und setzt gewöhnlich 3 bis 5 pCt. Wachs hinzu, damit die Kerzen keinen krystallinischen Bruch zeigen und minder leicht zerbrechen. Dasselbe suchten früher einige Fabrikanten durch Zusatz kleiner Quantitäten von Arsenik zu erzielen, welches Verfahren wegen des nachtheiligen Einflusses, den dasselbe auf die Gesundheit der Consumenten ausübte, gänzlich verworfen worden ist. Die Dochte werden vor dem Gebrauche in eine verdünnte Lösung von Borsäure (auf 1000 Th. Wasser 3 Th. Borsäure und 5 Th. Schwefelsäure enthaltend) getaucht und getrocknet. Das Tränken der Dochte mit dieser Flüssigkeit macht das Putzen der Stearinkerzen unnöthig, da die Borsäure mit der Dochtasche zu einem Glase zusammenschmilzt, das man in Gestalt von Kügelchen an den oberen Enden des Dochtes in dem Maasse schwimmen sieht, als die Verbrennung fortschreitet. Die Formen, in denen man die geschmolzene Masse giesst, sind denen bei der Talgkerzenfabrikation angewendeten gleich, nur ist gewöhnlich die Kapsel etwas grösser. Die jetzt angewendeten Formen haben gewöhnlich nur eine Kapsel (Trichter) für dreissig Kerzen. Fig. 205 zeigt einen solchen Giessapparat. *A D* ist ein grosser, aus Blech gefertigter Kasten, in welchem sich die Formen befinden; dieser Kasten steht in einem anderen *B B*, welcher durch Wasserdampf bis zu 100° erwärmt wird; die Hähne *c c* dienen zur Erneuerung der Luft und zum Ablassen des condensirten Wassers. Sobald die Kerzenformen bis auf 45° erwärmt sind, entfernt man den Kasten *A D* aus *B B* und füllt die Formen durch *A* mit der vorher geschmolzenen Stearinsäure, die so weit erkaltet ist, dass sie eben zu krystallisiren anfängt, an. Nach hinreichendem Erkalten nimmt man die fertigen Kerzen heraus und giebt denselben durch Reiben mit einem in Alkohol getauchten Lappen eine glänzende Oberfläche.

Fig. 205.



Paraffinkerzen.

Seit etwa zehn Jahren fabricirt man Paraffinkerzen, die an Reinheit und Schönheit die Wachs- und Stearinkerzen weit übertreffen. Das Paraffin (bereits im Jahre 1830 vom Freiherrn von Reichenbach neben dem Kreosot im Holztheere aufgefunden) hat seinen Namen von *parum* wenig und *affinis* verwandt, um anzudeuten, dass es sich mit anderen Stoffen nicht verbindet; es wird weder durch Alkalien, noch Säuren, noch durch Glühhitze zersetzt. Man stellt es fabrikmässig dar (neben Photogen, Solaröl und Schmieröl) durch trockne Destillation der Braunkohlen, des Torfes, bituminöser Schiefer (Boghead-Kohle), gewisser bituminöser Kalke und Mergel; man gewinnt es ferner aus dem Petroleum oder Steinöl, in welchem es nicht selten in der Menge bis zu 8 pCt. vorkommt**). In der Natur kommen ferner grosse Massen von fertig gebildetem Paraffin vor, so als Ozokerit in Galizien, Siebenbürgen und der Moldau, dann als Neft-gil an den Ufern des caspi-

*) In der grössten europäischen Kerzenfabrik zu London (*Price's patent candle company*) werden jede Woche allein gegen 3000 Ctr. Palmöl und ausserdem noch andere Fette destillirt.

**) Das aus dem Petroleum ausgeschiedene Paraffin führt den Namen Belmontin.

schen Meeres. Die Darstellung des Paraffins aus den bituminösen Fossilien geschieht durch trockne Destillation entweder in Retorten oder in einem Theerschwelofen. Der hierbei sich bildende Theer ist von heller, kaffeebrauner Farbe, erstarrt beim Erkalten in Folge seines Paraffingehaltes und besitzt Kreosotgeruch. Die Menge des Theeres beträgt 5 — 25 pCt. vom Gewicht der angewendeten Rohmaterialien. Der erhaltene Theer wird zunächst vom Wasser befreit und dann der entwässerte Theer der Destillation unterworfen; hierbei gehen zwei Oele über, von denen das erste flüssig, das zweite beim Erkalten fest wird und alles Paraffin enthält. Ersteres wird auf Photogen und auf Solaröl verarbeitet, das Paraffinöl dagegen durch Abpressen, durch Behandeln mit Schwefelsäure, mit Lauge und mit Wasserdämpfen von den Oelen und Verunreinigungen befreit und durch wiederholtes Umschmelzen und Auspressen weiter gereinigt. 100 Th. Theer geben an reinem Paraffin

aus Blätterschiefer	3—5 pCt.
„ Braunkohlen	3—7 „
„ indischem Petroleum	4—8 „
„ galizischem Petroleum	2,75 „
„ Posidonienschiefer	0,12 „
„ Torf	0,5—8 „

Es ist dem Walrath sehr ähnlich, ist weiss, wachsähnlich und krystallinisch, hat ein spec. Gewicht von 0,87 und schmilzt zwischen 43,5° und 65,5°; es lässt sich unverändert überdestilliren und mit Wachs, Stearin und Harz zusammenschmelzen. Behufs seiner Anwendung in der Kerzenfabrikation wird es mit einigen Procenten Stearinsäure versetzt. Die Paraffinkerzen werden nur gegossen. Das Paraffin ist stets ein Gemenge der drei Kohlenwasserstoffe $C_{40}H_{42}$, $C_{42}H_{44}$ und $C_{44}H_{46}$.

Walrathkerzen. Der Walrath oder das Spermaceti ist eine wachsähnliche Masse, die sich in besonderen Höhlen im Kopfe des *Physeter macrocephalus*, *Tursio microps*, *Orthodon* und des *Delphinus edentulus* in einem eigenthümlichen Oele aufgelöst befindet. Sie besteht aus Verbindungen des Cetyloxydes mit Palmitinsäure, Cetinsäure, Myristinsäure, Cocinsäure. Der Walrath nahm unter allen zur Kerzenfabrikation angewendeten Substanzen den ersten Rang ein, nicht nur wegen der blendend weissen Farbe und der Halbdurchsichtigkeit der Kerzen, sondern auch wegen der Reinheit des durch sie erzeugten Lichtes, bis derselbe in der neueren Zeit durch das weit billigere Paraffin verdrängt worden ist. Die Fabrikation dieser Art von Kerzen bietet keine Schwierigkeit dar und erfordert nur vollkommene Reinheit des Materials, da die geringsten Unreinigkeiten durch die Kerzenmasse zum Vorschein kommen. Vor dem Schmelzen setzt man zum Walrath 3 pCt. weisses Wachs. Die Walrathkerzen werden stets gegossen und nie gezogen. Der geschmolzene Walrath wird bei 60° in die Formen gegossen. Während des Erkaltens zieht sich die Masse bedeutend zusammen, wodurch oft in der Mitte um den Docht herum eine Höhlung entsteht, welche nachträglich mit Walrath ausgefüllt wird. Zur Darstellung gefärbter Walrathkerzen rührt man in den geschmolzenen Walrath eine geringe Menge der vorher mit Oel abgeriebenen Farbesubstanz.

Neuerdings ist auch die Fettsäure oder Sebacylsäure ($C_{20}H_{18}O_8$), aus Ricinusöl durch Verseifen mit concentrirter Kalilauge dargestellt, als Kerzenmaterial vorgeschlagen worden. Ihr hoher Schmelzpunkt (bei 127°) und ihre leichte Verbrennlichkeit erlauben gewiss, sie mit leicht schmelzbaren Substanzen zu verbinden, um letztere zur Kerzenfabrikation geeignet zu machen.

Wachskerzen. Das Wachs der Bienen wird in dem Körper dieser Thiere durch Umbildung des Honigs erzeugt und in Gestalt kleiner Schuppen abgesondert. Dieses Secret hat die Bestimmung, als Baumaterial zu Zellen und zu Vorraths-

kammern für denselben Stoff zu dienen, aus welchem es durch den Lebensprocess gebildet wurde. Das durch Ausschmelzen und Auspressen erhaltene Wachs ist das gelbe Wachs, dessen Geruch je nach der Natur der Pflanze, von der sich die Bienen nährten, verschieden ist. Ehe man die Bleichung des Wachses vornimmt, schmilzt man dasselbe in einem cylindrischen Gefässe unter Wasser, zu welchem man ungefähr $^1/_4$ pCt. Weinstein zur Klärung gesetzt hat. Darauf wird das Wachs gebändert. Das Bändern hat zum Zweck, die Oberfläche des Wachses zu vergrössern und das Bleichen an der Luft und an der Sonne zu befördern. Diese Operation geschieht, indem man über glatte, hölzerne Walzen, die in einem zum grossen Theile mit Wasser angefüllten Gefässe so befestigt sind, dass die gegenüberstehenden Wände die Zapfen der Walze aufnehmen, welche durch eine Kurbel um ihre horizontale Axe gedreht wird, geschmolzenes Wachs giesst. Das Wachs verwandelt sich in dünne Wachsbänder, die im Wasser erhärten und dann von der Walze abfallen. Diese Bänder werden auf in Rahmen gespannter Leinwand der gleichzeitigen Einwirkung des Thaues und der Sonnenstrahlen ausgesetzt, bis die färbende Substanz zerstört ist. Versuche, das Wachs durch Chlor zu bleichen, gaben keinen Erfolg; es entstehen dabei chlorhaltige Produkte, indem ein Theil des Wasserstoffs im Wachse durch Chlor ersetzt wird, welche sich durchaus nicht zur Kerzenfabrikation eignen. Von anderen Wachsarten seien erwähnt das Palmwachs aus der Rinde von *Ceroxylon andicola*, das brasilianische Wachs aus den Blättern der Caraubapalme, das chinesische Wachs, das von einem Insekte herrühren soll, das Myricawachs aus den Früchten mehrerer Myricaarten. —

Bleichung des Wachses.

Wachskerzen.

Die Wachskerzen werden nie gegossen, da das Wachs sich fest an die Formen setzt und sich im Innern der Kerze häufig Blasen und Höhlungen erzeugen. Zur Fabrikation der gewöhnlichen Wachslichter hängt man die Dochte neben einander auf und giesst über dieselben das flüssige Wachs. Wenn die Lichter die erforderliche Stärke erreicht haben, rundet man sie durch Rollen auf einem Rollbrette ab. Die Altarkerzen erhält man, indem man in die Mitte eines breit gedrückten Wachsstückes von der Länge der Kerze, den Docht bringt, das Stück zusammenlegt und rund rollt. — Die bekannten dünnen, schneckenförmig um sich herum gelegten Wachsstöcke erhält man, indem man Dochte durch ein geschmolzenes Gemenge von Wachs, Talg und Terpentin zieht, den getränkten Docht durch eine messingene Ziehscheibe gehen lässt und nachher auf einer Trommel aufwickelt, um dem Wachsstock die gebräuchliche Form zu geben.

Wachsstöcke.

Beleuchtung mittelst flüssiger Substanzen.

II. Beleuchtung mittelst flüssiger Substanzen. Die flüssigen Substanzen, welche als Leuchtmaterialien Anwendung finden, zerfallen a) in fette Oele, b) in flüchtige Oele, welche letzteren entweder ätherische Oele sind wie das Camphin, oder Produkte der Verarbeitung des Theeres wie Photogen und Solaröl, oder endlich das von der Natur gespendete Petroleum oder Steinöl. Von den *fetten Oelen* wendet man vorzugsweise das Raps- oder Kohlsaatöl (*huile de colza*), das Winterrübsenöl, das Oliven- und Baumöl, den Fischthran und zuweilen auch das eintrocknende Mohnöl an. Ausserdem wird in der neueren Zeit noch das Oel der *Madia sativa* angewendet. Um diese Oele zu reinigen, giesst man 2 pCt. englische Schwefelsäure oder eine concentrirte Lösung von Chlorzink in dieselben und rührt gut um. Die Schwefelsäure oder das Chlorzink greift das Oel nicht an, zerstört aber alle schleimigen und fremdartigen Bestandtheile. Durch Waschen mit Wasser wird die Säure oder das Chlorzink entfernt und das Oel gereinigt. Die zur Beleuchtung dienenden fetten Oele fasst man mit dem Namen Brennöl zusammen. Seit dem Emporblühen der

Reinigen des Oeles.

Paraffin- und *Solarölindustrie* und der Einführung des amerikanischen und indischen *Petroleums* hat die Bedeutung der fetten Oele als Leuchtmaterial sich wesentlich verringert.

Lampen. Die *Lampen*. Die Beleuchtung mittelst Lampen ist wohl eine der ältesten Beleuchtungsmethoden. Man schreibt ihre Erfindung den alten Aegyptern zu. Von Griechenland und Rom verbreitete sich ihr Gebrauch im übrigen Europa. Die antiken Lampen waren nur aus Terra cotta, ihre Form liess aber in Bezug auf Schönheit nichts zu wünschen übrig. Da diese Lampen jedoch durch die Völkerwanderung verloren gingen und im Mittelalter die Erfindung der Talg- und Wachslichter die Aufmerksamkeit von den Lampen ablenkte, so kannte man bis zu Ende des 18. Jahrhunderts nur gemeine Lampen von Blech, Kupfer oder Zinn, und während von den Alten Fett gebrannt wurde, brannte man Oel. In der angegebenen Zeit gab der Pariser Apotheker *Quinquet* der Lampenflamme einen Glascylinder als Schornstein, um den Luftzug zu verstärken, dadurch eine vollständigere Verbrennung des Leuchtmaterials und eine weissere Flamme zu erzielen. Es sind dies die Lampen mit *einfachem Luftzug*. Gute Lampen der Art geben hinsichtlich des Oelverbrauches ein gutes Licht, doch bei weitem nicht das Maximum. Eine dies bezweckende wichtige Abänderung brachte der Genfer *Ami Argand* 1786 an den Lampen an, indem er den Docht rund und hohl machte, so dass die Verbrennung innen und aussen gleich vollständig vor sich geht.

Fig. 206.

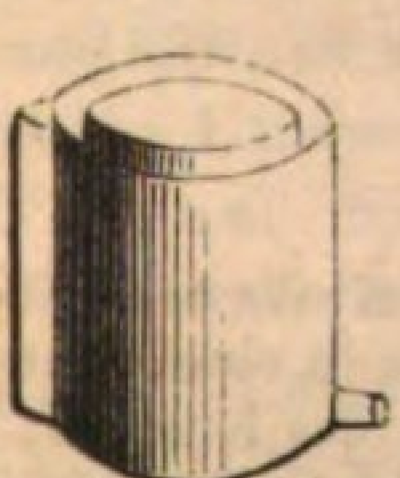
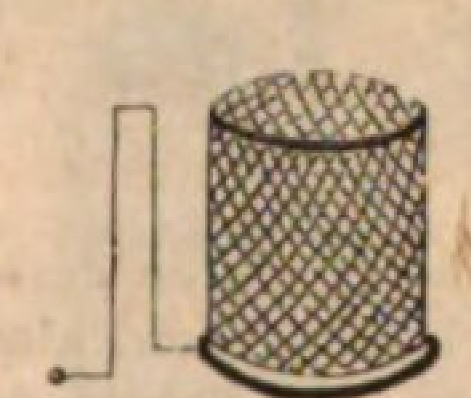


Fig. 207.



Fig. 208.



Die *Argand'sche Lampe* oder die Lampe mit *doppeltem Luftzug* besteht aus zwei concentrischen Cylindern (Fig. 206 u. 207), zwischen welchen sich ein Ring befindet, der zum Festhalten des Dochtes dient (Fig. 208). Der innere Theil des Cylinders steht mit dem Oelreservoir in Verbindung, in welchem das Niveau des Oeles etwas niedriger, als in dem inneren Theile des Cylinders ist. Durch einen zweimal gebogenen Draht, der mit dem Ringe, welcher den Docht hält, in Verbindung steht, kann der Docht heraus- und hineinbewegt werden. Mit diesem Apparat ist ein gewöhnlich durchbrochener Metallcylinder verbunden, welcher den Glascylinder trägt. Aus den Figuren 209 u. 210 wird die Construction der Argand'schen Lampen ersichtlicher sein; die Pfeile deuten den Luftzug an. Früher befand sich das Oelreservoir an einer Seite der Lampe, wodurch ein starker Schatten geworfen wurde. Eine wichtige Verbesserung und Abänderung bestand darin, dass man die Lampe mit einem ringförmigen Oelbehälter ver-

Fig. 209.

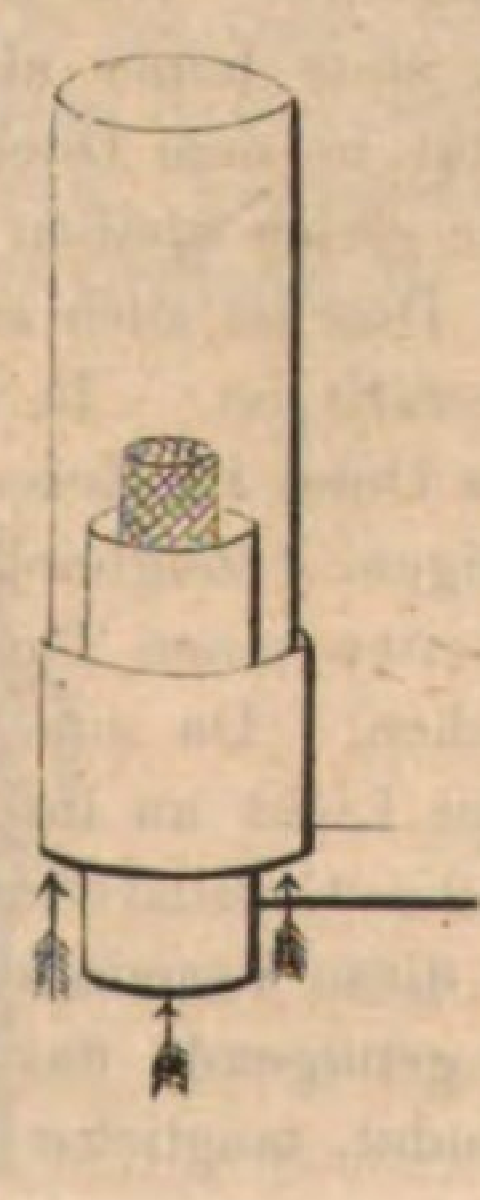
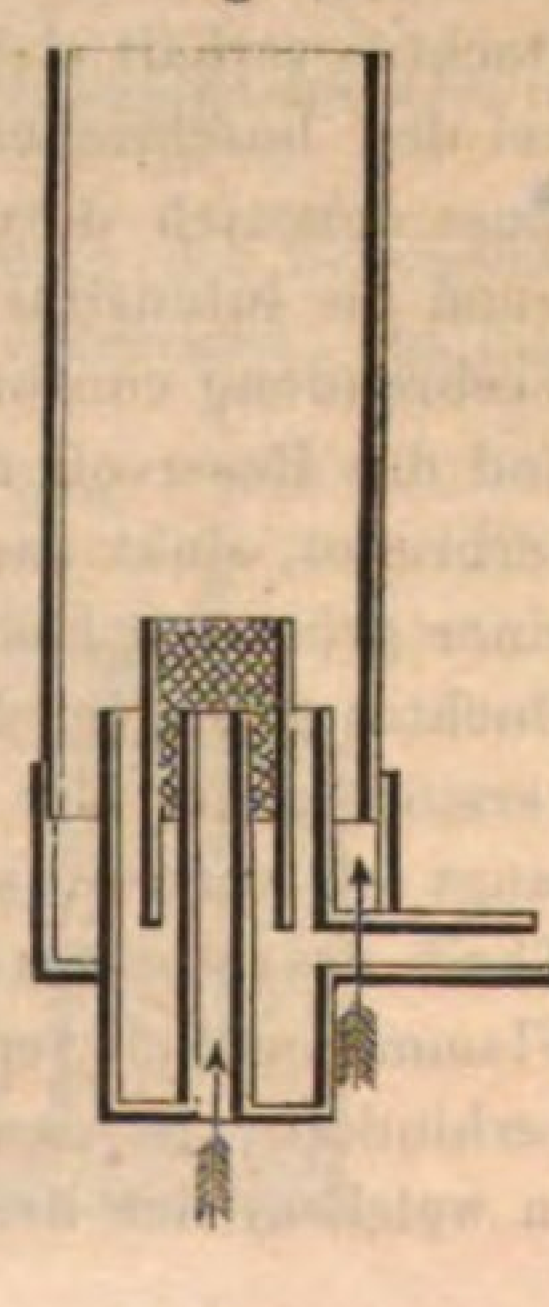


Fig. 210.



sah, der zugleich meist zum Tragen des Glasschirmes dient. Wegen der Form des Oelbehälters nannte man diese Lampen Kranzlampen, welche nach der Form des Kranzes Astrallampen oder Sinumbralampen genannt wurden. Bei den Astrallampen (Fig. 211), eine Erfindung von Bordier-Marcel (Paris 1809), ist die Gestalt des Kranzes die eines niedrigen cylindrischen Ringes. Der unangenehme Schatten, der durch diesen Ring hervorgebracht wurde, veranlasste die Erfindung der Sinumbralampen (Ohne-Schatten-Lampen), (Fig. 212) weil bei denselben durch zweckmässige Form des Kranzes und des Lampen-

Fig. 211.

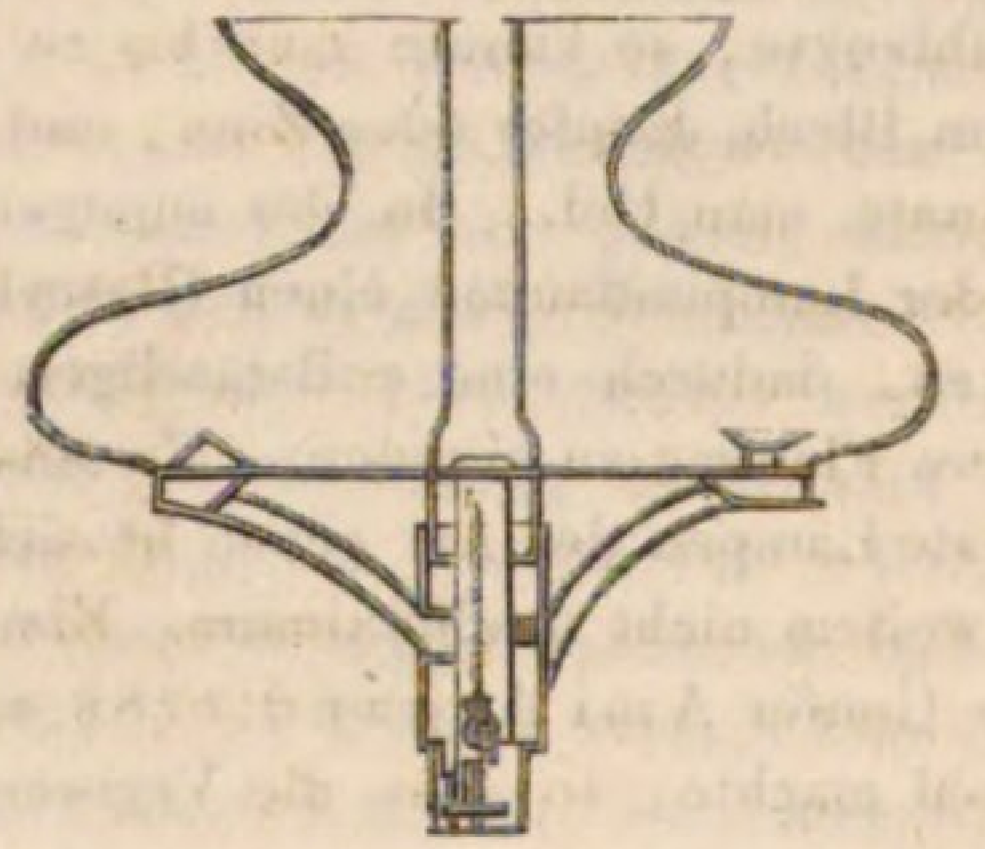
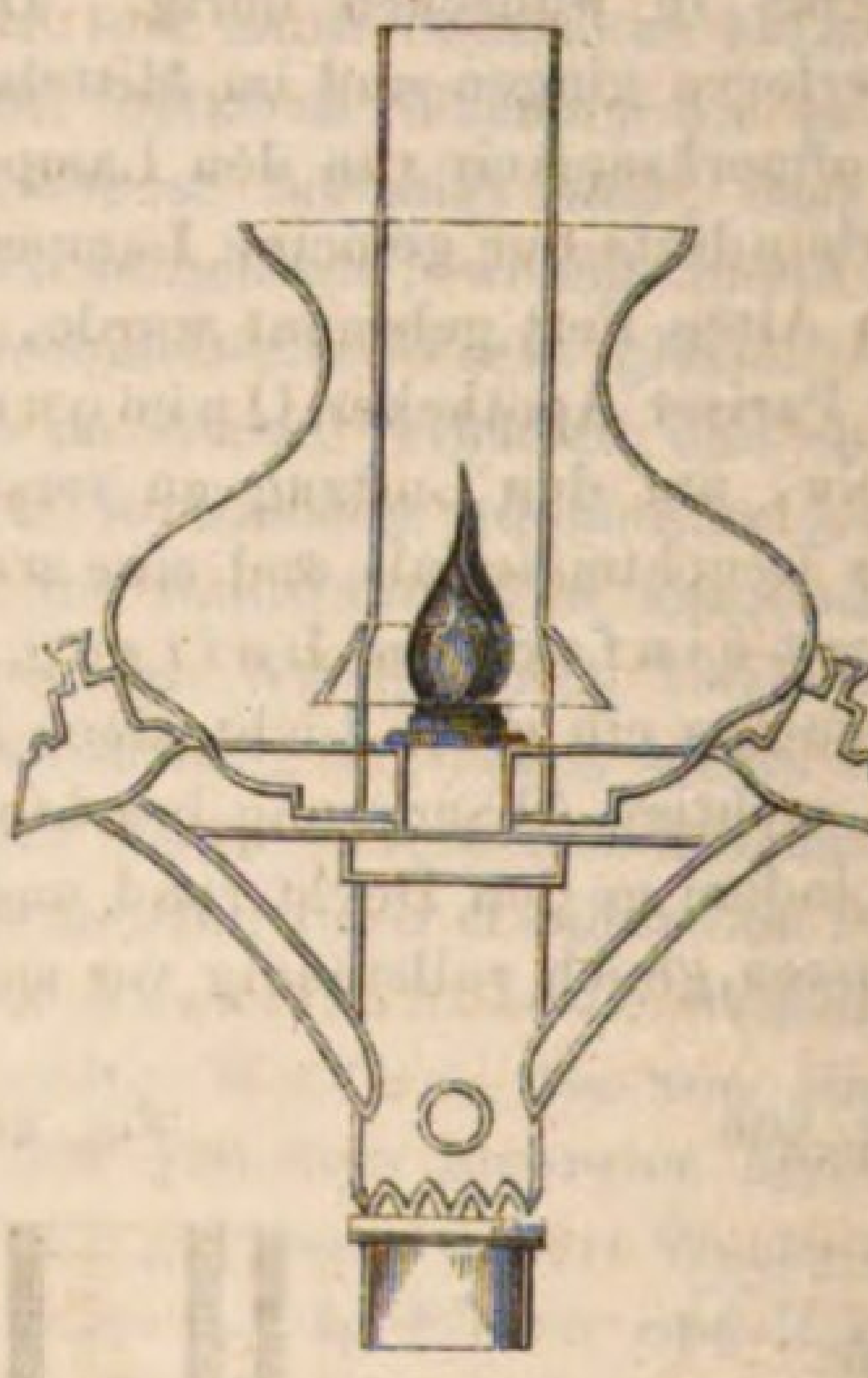


Fig. 212.



schirmes der Schatten desselben auf ein Minimum reducirt wird; der Kranz bildet bei diesen Lampen einen flachen, aber breiten Ring, dessen Flächen nach innen in eine Kante zusammenlaufen. Der Schirm bedeckt ferner die Flamme noch unterhalb des Kranzes, so dass der ohnehin geringe Schatten des Kranzes durch Zerstreuung der Lichtstrahlen fast vollkommen aufgehoben wird.

Einzelne der eben beschriebenen Lampen geben zwar ein schönes Licht, doch ist dasselbe nur von kurzer Dauer und die Intensität des Lichtes meist eine fortwährend abnehmende. Dieser Uebelstand liegt in der Art der Wirksamkeit des Dochtes, so wie in der Lage des Oelreservoirs. Ein jeder Faden des baumwollenen Dochtes verhält sich als Capillarröhre. Der brennende Theil des Dochtes ist nun bei den beschriebenen Lampen stets höher als das Niveau im Reservoir; das Oel muss demnach durch Capillarität in dem Dochte in die Höhe steigen, und zwar, wenn die Intensität der Flamme gleich bleiben soll, in dem Verhältniss, als es durch Verbrennung consumirt wird. Dies ist auch anfangs der Fall, wo der Docht frisch und das Reservoir mit Oel angefüllt ist. In dem Verhältnisse aber, als das Oel verbrennt, sinkt das Niveau des Oeles im Reservoir und das Oel muss im Dochte zu einer grösseren Höhe emporsteigen. Zugleich wird auch die Capillarwirkung des Dochtes geringer, da Unreinigkeiten einen Theil der Capillaröffnungen des Dochtes verstopfen und ihn dichter machen. Da nun jetzt weniger Oel in die Flamme gelangt als vorher, so nimmt das Licht an Intensität ab und es verkohlt der obere Theil des Dochtes, wodurch die Capillaröffnungen verschlossen werden und die Flamme endlich verlischt. Um diese Verminderung der Lichtintensität möglichst zu verhindern, ist es also einfach genügend, das Oel in demjenigen Theil der Lampe, in welchem sich der Docht befindet, möglichst hoch und gleichförmig hoch zu er-

halten. Dies lässt sich nun auf die verschiedenste Weise bewerkstelligen. Je nach dem Princip, was hierbei befolgt wird, unterscheidet man:

1) Flaschen- oder Sturzlampen,
2) Aerostatische Lampen,
3) Hydrostatische Lampen,
4) sogenannte mechanische Lampen.

Flaschen- oder Sturzlampen. Das Princip, auf welches die Flaschen-, Sturz- oder Schiebelampen basirt sind, lässt sich folgendermaassen ausdrücken. Wenn (Fig. 213) zwei Gefässe *C* und *B* mit einander communiciren, so wird, wenn man in das eine der beiden Gefässe einen Behälter *A* bringt, der an dem unteren Theile geöffnet ist, die in dem Behälter *A* befindliche Flüssigkeit ausfliessen und die beiden Gefässe *B* und *C* anfüllen. Die atmosphärische Luft tritt durch die Oeffnung *c* ein und füllt das Gefäss in dem Maasse an, als daraus Flüssigkeit entweicht. Das Ausfliessen der Flüssigkeit hört aber auf, sobald der untere Theil des Gefässes *A* mit dem Niveau der Flüssigkeit in Berührung kommt. Da nun durch die Verbrennung des Oeles bei *B* ein Fallen des Niveaus stattfindet, so findet auch ein stossweise erfolgendes Nachfliessen und eine ununterbrochene Verbrennung statt. Da das Niveau des Oeles aber nicht unveränderlich ist, sondern abwechselnd steigt und fällt, so nennt man auch die nach diesem Princip construirten Lampen: Lampen mit intermittirendem Niveau. Figur 214 zeigt den Durchschnitt einer häufig angewendeten Flaschenlampe.

Fig. 213.

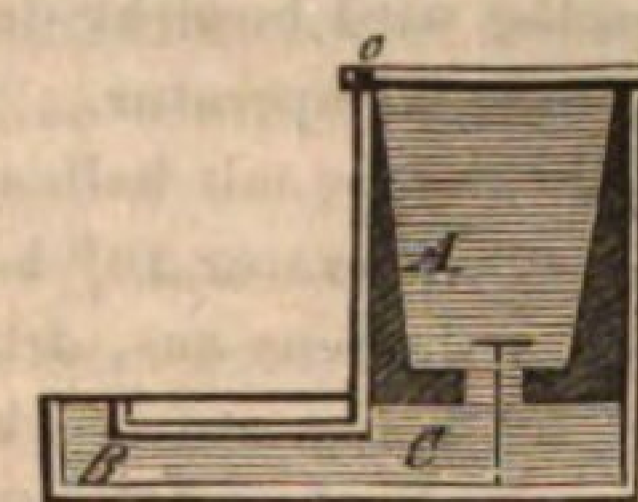
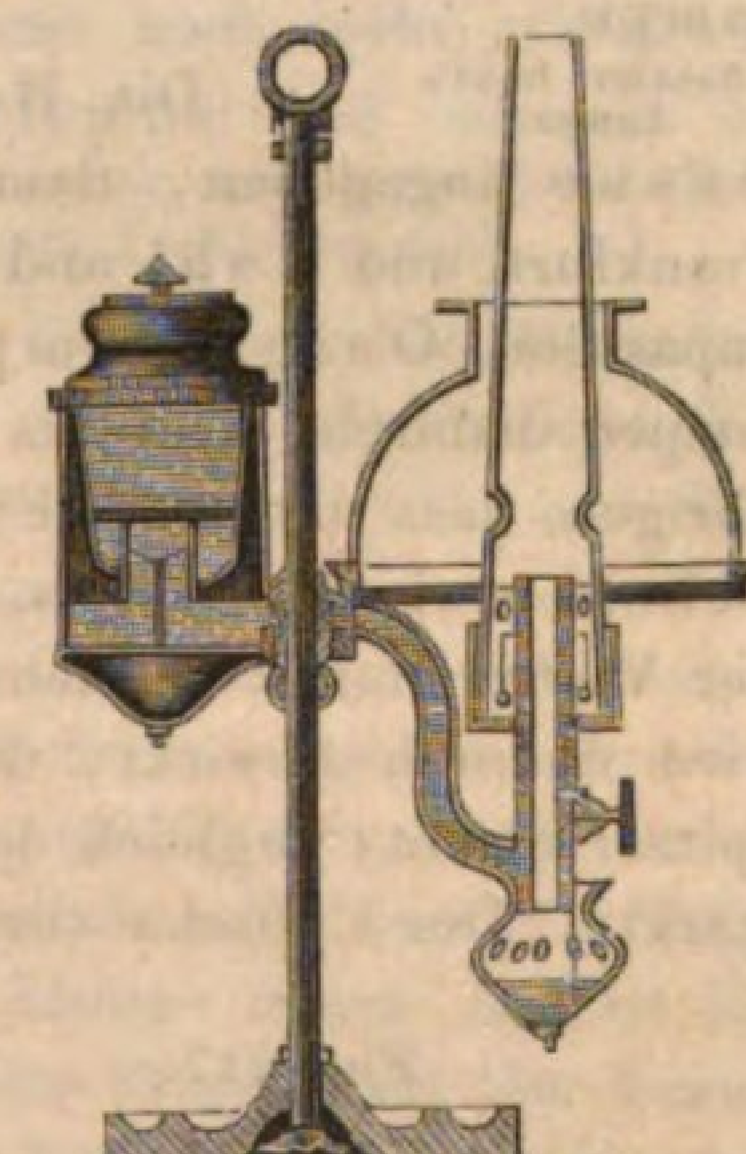


Fig. 214.



Andere Lampen nach demselben Princip sind die weiter unten Fig. 215 und Fig. 216 abgebildeten.

Fig. 215. Die Lampe wird durch Eingiessen des Oeles bei *a* und zweckmässige Neigung der Lampe gefüllt. Bei *b* befindet sich der Docht; in *a* und *b* steht das Oel bis *m*. Wenn nun durch Verbrennung das Niveau des Oeles bei *b* sinkt, so sinkt es auch bei *a*. Ist es nun bis unterhalb der Wand *o* gesunken, so tritt Luft in das Gefäss *A* ein und sammelt sich oberhalb des Oeles bei *p*; dadurch steigt das Oel in *b* und *a*, bis die Wand *o* sich von Neuem in Oel befindet.

Aehnlich ist die Lampe Fig. 216, bei welcher der Mündung der beweglichen Sturzflasche der Fig. 214 die untere Oeffnung des Rohres *a b* entspricht, das durch

Fig. 215.

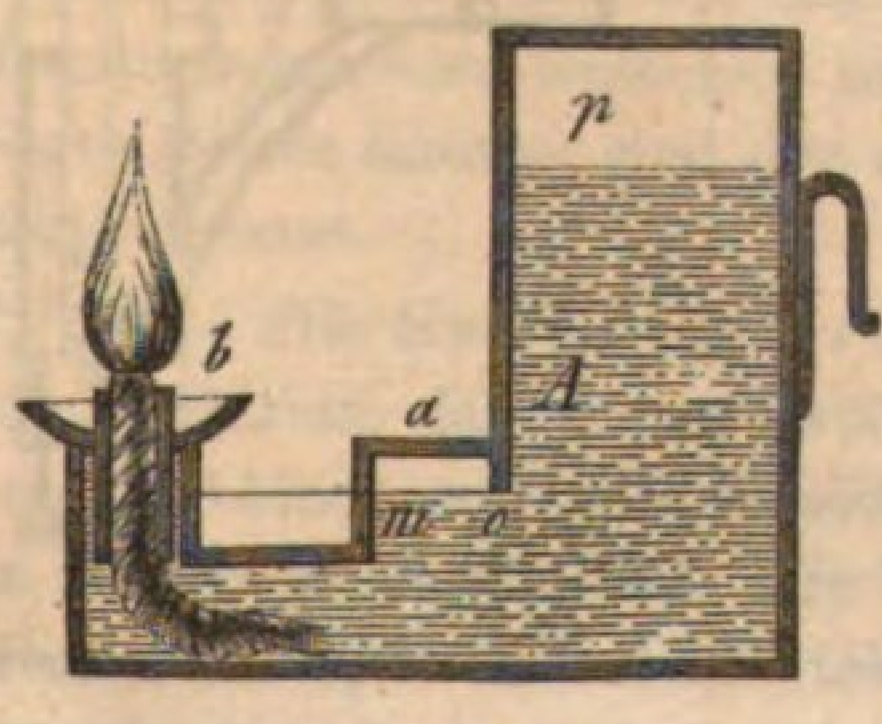
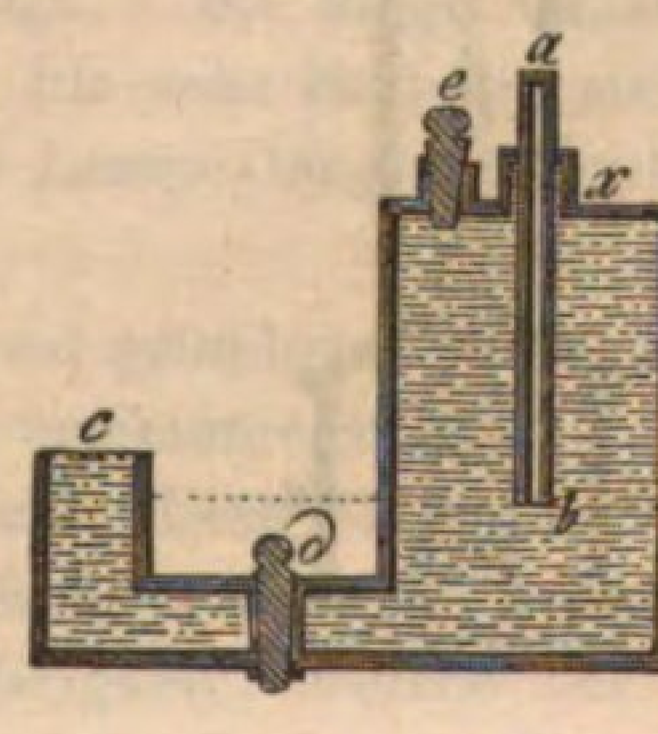


Fig. 216.



die Stopfbüchse *x* zwar luftdicht, aber verschiebbar durch den Deckel des Gefässes *A* geht. Das bei *c* consumirte Oel wird sogleich durch das in *A* befindliche Oel ersetzt, an dessen Stelle die Luft blasenweise durch *b* eintritt. Das Niveau des Oeles bei *c* ist abhängig von dem Stande der Mündung *b*; der Zufluss des Oeles lässt sich demnach durch Verschieben des Rohres *a b* reguliren. Die Hähne *d* und *e* werden nur beim Füllen des Gefässes *A* benutzt.

Die Flaschenlampen haben den Nachtheil, dass, wenn mehr Oel aus der Sturzflasche fliesst, als consumirt wird, das Oel aus dem Brenner ausfliesst, was bei nicht vollständigem Verschluss der Sturzflasche oder durch zu starkes Neigen der Lampe bewirkt werden kann. Ist die Sturzflasche nicht ganz mit Oel angefüllt, so kann durch Ausdehnung der darin enthaltenen Luft ein Ueberfliessen des Oeles stattfinden. Dasselbe wird bewirkt durch sich vermindernden Druck (Fallen des Barometers) und steigende Temperatur. Der Einfluss der Wärme ist der stärkere. Wird z. B. eine Flaschenlampe mit halb angefüllter Flasche aus einem Zimmer in ein anderes getragen, dessen Temperatur 20^0 höher ist, so dehnt sich die Luft um nahe $^1/_{14}$ ihres ursprünglichen Volumens aus, drückt auf das Oel und drängt dieses aus der Flasche.

In Bezug auf Vorkehrungen, um durch Modification des Cylinders und des Brenners die Leuchtkraft der Flamme zu vergrössern, sind anzuführen die Benkler-Ruhl'sche Lampe, die Liverpool-Lampe und die Frankenstein'sche Solarlampe.

Benkler-Ruhl's Lampe.

Die Benkler-Ruhl'schen Lampen (zuerst in England von Deane angegeben, dann in Deutschland verschieden modificirt von Fries in Frankfurt, und Ruhl und Benkler in Wiesbaden verbreitet), häufig auch, obwohl unpassend, Oelgaslampen genannt, unterscheiden sich von den übrigen Oellampen dadurch, dass das Oel in ihnen vollständiger verbrennt, als in den meisten übrigen, dass daher die Flamme eine grössere Leuchtkraft erhält und dass geringere Oelsorten wie Thran u. s. w. ohne Verbreitung eines Geruches die letzten Produkte der Verbrennung: Kohlensäure und Wasser liefern. Die vollständigere Verbrennung wird dadurch bewirkt, dass man den Flammenkegel concentrirt und die Flamme spitzer macht; zugleich den Luftzug durch einen längeren und engeren Cylinder verstärkt. Der Cylinder von Benkler-Ruhl besteht (Fig. 217) aus zwei Theilen

Fig. 217.

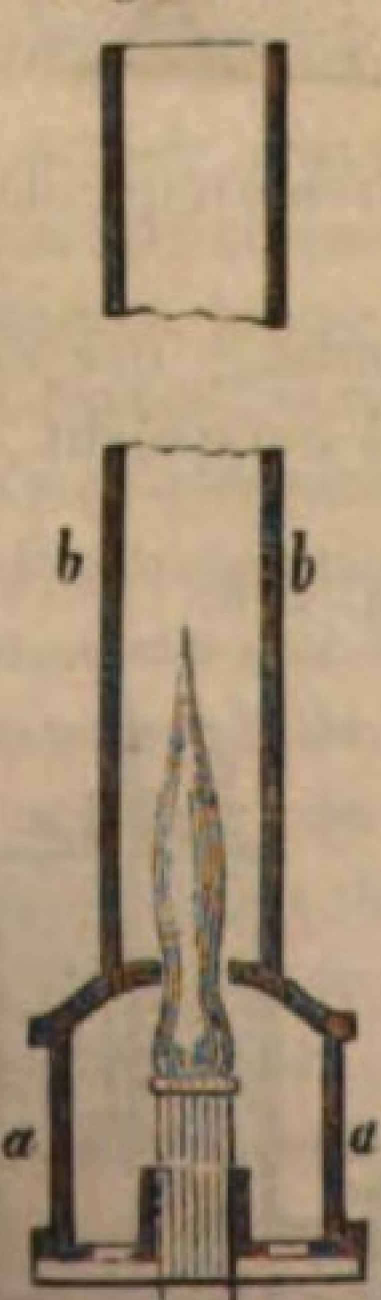


Fig. 218.

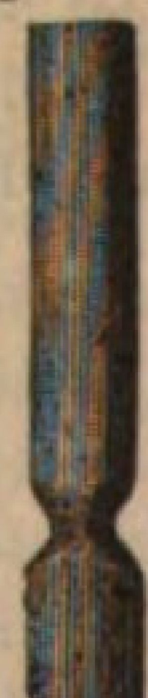
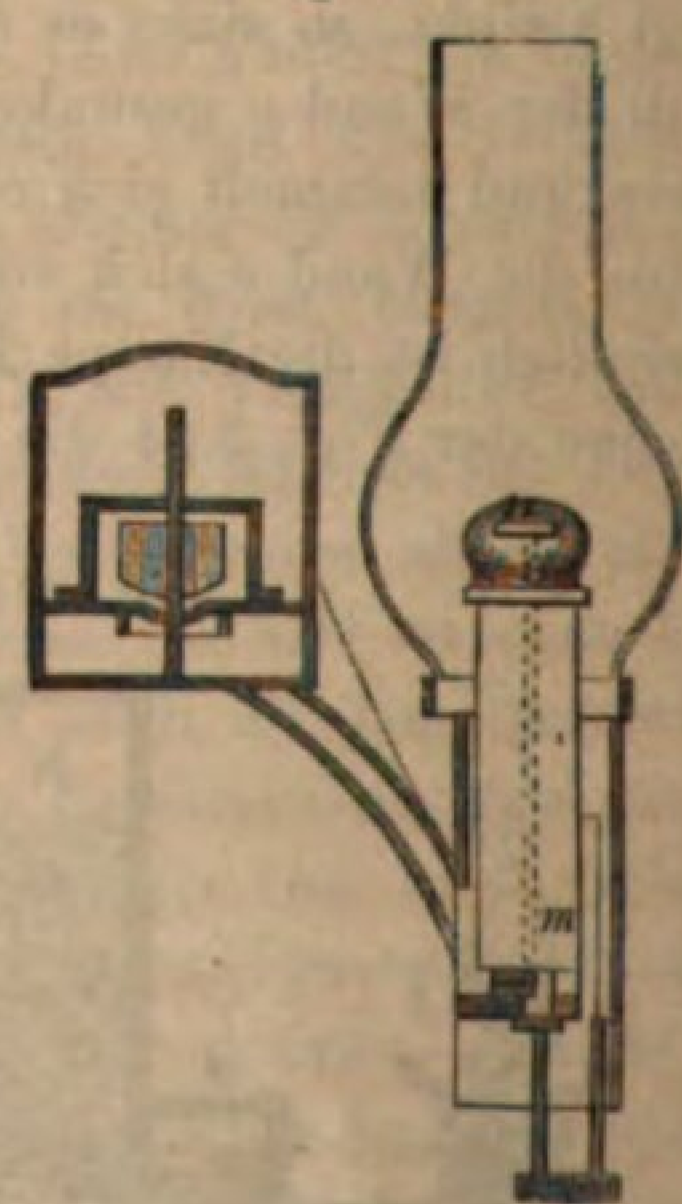


Fig. 219.



a und *b*. Der untere weitere Theil *a* ist von Glas und mit einem etwas gewölbten Deckel von Blech versehen, in dem sich eine enge Oeffnung befindet, auf welche der enge Cylinder *b* gesetzt wird. Der brennende Docht befindet sich fast in gleicher Höhe mit dem unteren Theile des Metalldeckels. Später ist derselbe Zweck, auf einfachere Weise von Fries dadurch erreicht worden, dass jener Metalldeckel ganz weggelassen, dagegen aber dem Glascylinder eine Einbiegung (Fig. 218) ertheilt und der Cylinder in solcher Höhe angebracht wurde, dass sich diese Einbiegung etwa $^1/_4$—$^1/_2$ Zoll über dem Dochte befindet.

Liverpool-Lampe. Die Liverpool-Lampe unterscheidet sich von der vorstehenden dadurch, dass, während bei der letzteren der äussere Luftstrom gegen die Flamme getrieben und dieser dadurch eine langgestreckte kegelförmige Gestalt ertheilt wird, bei der Liverpool-Lampe auch der innere Luftstrom mehr horizontal gegen die Flamme dirigirt wird. Das Eigenthümliche der Construction dieser Lampe besteht (s. vorstehende Fig. 219) darin, dass in der Axe des Brenners ein starker Draht *m* bis über die Mündung desselben geht, und etwa $^1/_4$ Zoll über dem Ende des Dochtes eine dünne Messingscheibe *n* ungefähr von dem Durchmesser des Dochtes trägt. Der innere Luftstrom prallt an dieser Scheibe ab und wird von allen Seiten gegen die Flamme getrieben, welche auf diese Weise eine tulpenförmige Gestalt erhält. Das Cylinderglas dieser Lampe hat am unteren Ende eine grosse kugelförmige Ausbauchung, welche die Entwickelung der Flamme noch mehr erleichtert.

Solarlampe. Bei der Frankenstein'schen Solarlampe wird innerhalb des runden Dochtes ein zweiter Docht von Spitzengrund eingeführt, der mit einem Kreideüberzug versehen ist, und nicht verbrennt, sondern mit einem weissen Lichte leuchtet.

Aerostatische Lampen. Die im Vorstehenden beschriebenen Lampen haben sämmtlich den Fehler, dass durch den Schatten, welchen das an der Seite angegebene Oelreservoir wirft, ein Theil des Lichtes verloren geht. Um diesen Fehler zum Verschwinden zu bringen, giebt es nur ein Mittel, nämlich das Oelreservoir in den Fuss der Lampe zu legen, in welchem Fall dann aber das Oel durch aerostatischen, hydrostatischen oder mechanischen Druck bis zur Höhe des Brenners gehoben werden muss. Bei den aerostatischen Lampen wird in das geschlossene Oelreservoir gewaltsam Luft eingepresst, welche auf das Oel drückt und dasselbe in einem Steigrohre dem Brenner zuführt. Eine sehr gut construirte Lampe dieser Art ist die Lampe von Girard, die auf demselben Princip, wie der Windkessel der Feuerspritze oder der Heronsbrunnen beruht; da der Druck der Luft ein abnehmender ist, so ist eine Vorrichtung in dem Heronsbrunnen angebracht, durch welche der Zufluss des Oeles zu dem Brenner ein gleichmässiger ist. Die Construction dieser Lampe ist aus nachstehender Figur 220 ersichtlich. Die Lampe erscheint in Form eines Cylinders, in welchem die Theile *A B C* zu unterscheiden sind; diese Theile sind durch vier Röhren mit einander verbunden oder getrennt. Durch den Theil *A* wird die Oelsäure in dem Rohre *a b* gespeist. *B* ist das Gefäss mit der eingeschlossenen Luft, welche den Druck auf die Luft in *C* überträgt. So lange demnach Druck stattfindet, so lange wird auch Oel in der Röhre *c* bis zum Brenner steigen. Die Dimensionen dieser Lampe sind der Art, dass die Lampe länger als zehn Stunden gleichmässig brennt.

Hydrostatische Lampen. Die hydrostatischen Lampen gründen sich auf das bekannte physikalische Gesetz, dass, wenn zwei mit einander communicirende Gefässe Flüssigkeiten von verschiedenem spec. Gewicht enthalten und diese Flüssigkeiten mit einander im Gleichgewicht stehen, die Höhe der Flüssigkeitssäulen im umgekehrten Verhältnisse zum spec. Gewicht steht. Die Flüssigkeit, welche bei dieser Art

Lampen dem Oel das Gleichgewicht halten soll, muss specifisch schwerer als Oel sein und darf weder die Lampe noch das Oel angreifen. Unter den verschiedenen Constructionen dieser Lampe ist die von Thilorier die vorzüglichste, wobei als drückende Flüssigkeit eine Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd in Wasser zu gleichen Theilen benutzt wird. Das spec. Gewicht dieser Auflösung ist 1,6, das des

Fig. 220.

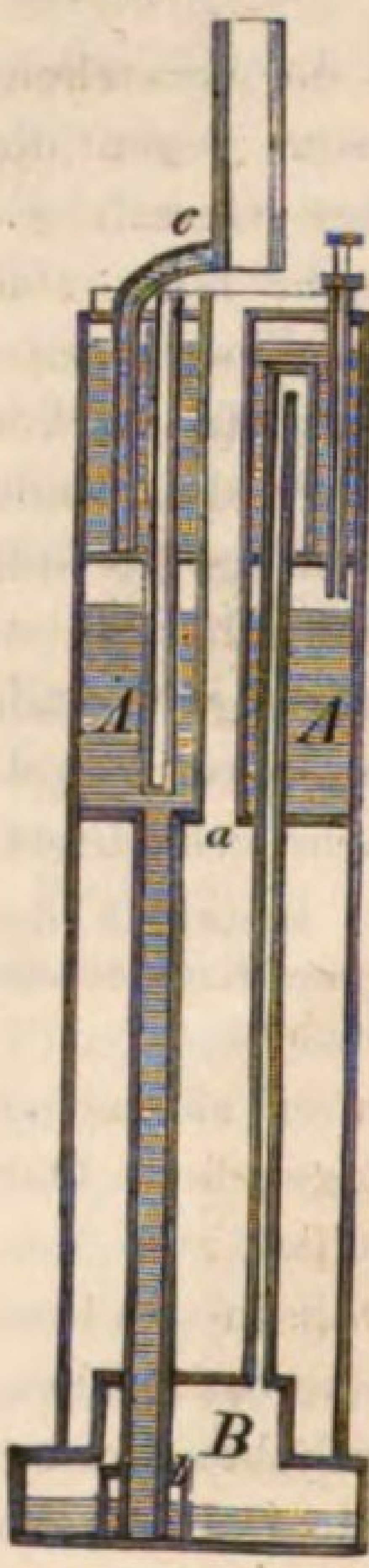
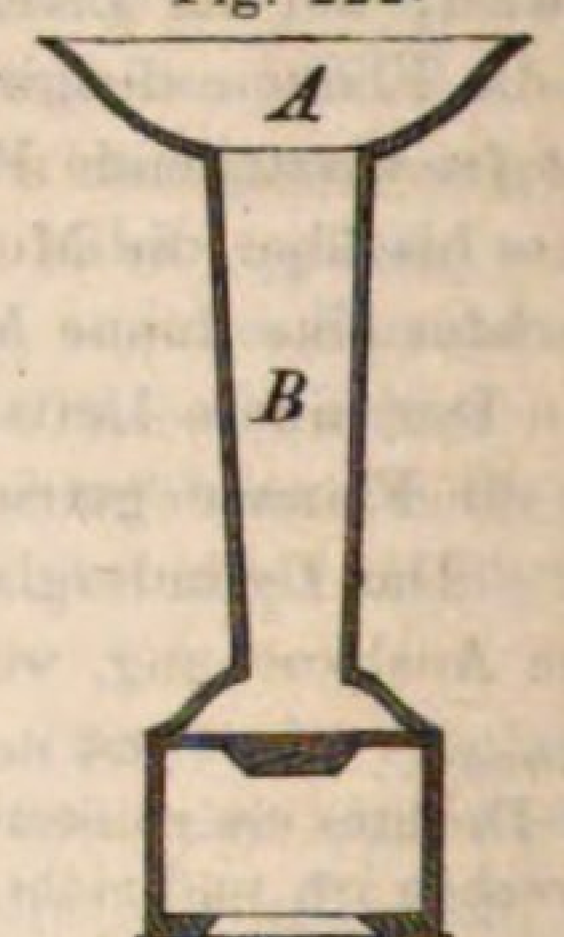


Fig. 221.



Fig. 222.



Oeles = 1 gesetzt. Die Höhen der Flüssigkeitssäulen im Gleichgewicht verhalten sich demnach wie 16 : 10. Die Lampe von Thilorier hat folgende Einrichtung (Fig. 221): *A* ist verschlossen, und steht nur durch die Röhre *mn* mit der äusseren Luft in Verbindung. Das Rohr *ab* verbindet *A* mit *B*. Von *B* geht ein Rohr *cd* bis zum Brenner empor. Die Lampe wird vermittelst des (Fig. 222) abgebildeten Trichters *AB* gefüllt, zuerst mit der Zinkauflösung, sodann mit dem Oel. Das überschüssig zugesetzte Oel läuft durch das Rohr *ik* in das Gefäss *P*, das von Zeit zu Zeit ausgeleert wird. Die Zinklösung steht in der Lampe von *h* bis *k*, das Oel von *k* bis *d*. Indem nun das Oel bei *d* verbrennt, fällt das Niveau der Zinkauflösung bei *h*, steigt dagegen bei *k*. Das Oel sinkt demnach bei *d* etwas, jedoch ist dies im Laufe eines Abend so unbedeutend, dass die Helligkeit der Flamme dadurch nur unmerklich beeinträchtigt wird. Die Lampe wird jeden Abend mit Oel gefüllt; die Zinklösung bleibt immer dieselbe. Die Thilorier'sche Lampe leidet ungeachtet ihrer grossen Vorzüge an dem Uebelstand, dass sie während des Brennens ohne Gefahr des Verlöschens nicht bewegt werden darf, indem die durch die Bewegung entstehende Schwankung der im Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeiten, eine nachtheilige Störung im regelmässigen Aufsteigen des Oeles verursacht.

Mechanische Lampen.

Bei den mechanischen Lampen wird das Oel aus dem Fusse der Lampen durch eine kleine Pumpe, die durch ein Räderwerk, das mit einem Uhrwerke mehr oder weniger Aehnlichkeit hat, bewegt wird, zu dem Brenner emporgetrieben. Die erste Uhrlampe oder Pumplampe wurde von Carcel 1800 in Paris construirt. Man nennt diese Lampe deshalb allgemein die Carcel'sche Lampe. Das Räderwerk ist im Fusse der Lampe befindlich, der durch einen horizontalen Boden in zwei Abtheilungen getheilt ist; die obere Abtheilung dient als

Oelbehälter, in welchem zugleich die Pumpe angebracht ist. Das Pumpwerk (Fig. 223) ist ein viereckiges Gefäss, dessen mittleren Theil der Stiefel bildet, in dem sich der horizontalliegende Stiefel hin- und her bewegt; der obere Raum *u* steht

Fig. 223.

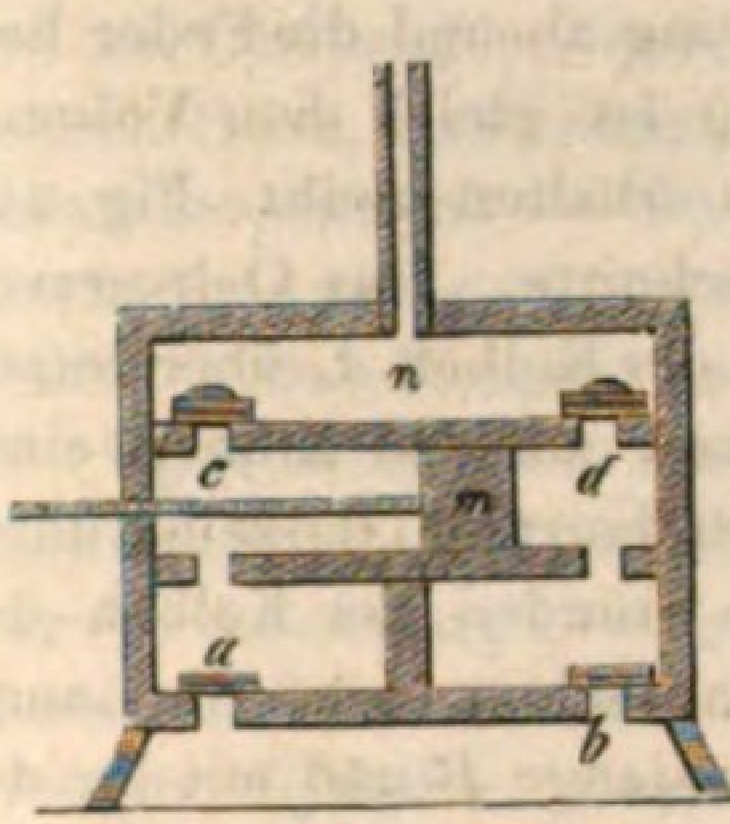


Fig. 224.



mit dem Steigrohr in Verbindung, der untere Raum, in dessen Mitte sich eine Scheidewand befindet, vermittelst zweier Ventile mit dem Oelreservoir. Bewegt sich der Kolben *m* nach *c a* hin, so tritt Oel aus dem Reservoir durch *b* ein, und das zwischen *c*, *a* und *m* befindliche Oel ist gezwungen, durch *c* in das Steigrohr zu treten; bei der Bewegung des Kolben nach *d b* tritt das Oel durch *a* ein und durch *d* in das Steigrohr. Das Uhrwerk wird durch eine Feder in Bewegung gesetzt. Die Oelpumpe ist so construirt, dass sie weit mehr Oel heraufpumpt, als zur Speisung der Flamme erforderlich ist, so dass ein fortwährendes Ueberfliessen aus dem Brenner erfolgt. Dieses fortdauernde Ueberfliessen ist etwas Wesentliches und Eigenthümliches der Carcel'schen Lampe und bezweckt einestheils, dass es dem Dochte nie an Oel fehle, anderentheils, dass sowohl der Brenner wie das aus ihm hervorragende Dochtende abgekühlt werde, so dass eine Verkohlung des Dochtes, als eine Verminderung der Capillarwirkung desselben, ausgeschlossen ist. Das überfliessende Oel gelangt in den offenen Behälter zurück, um später wieder aufgepumpt zu werden. In der Carcel'schen Lampe verbrennt das Oel auf die zweckmässigste Weise. Diese Lampe giebt die grösste Menge Licht, das während eines Abends an Intensität nicht abnimmt.

Regulateurlampe. Seit Erfindung der Regulateur-Lampen (Moderateur-, Feder- oder Neocarcellampen) durch Franchot im Jahr 1837, die sich durch grössere Einfachheit und Wohlfeilheit und dadurch auszeichnen, dass sie sehr selten in Unordnung kommen, sind die Carcel'schen Lampen gänzlich in den Hintergrund

gedrängt worden. In den Regulateurlampen wird das Oel durch den Druck einer Spiralfeder zum Brenner gehoben. Die Zuführung des Oeles nimmt aber in dem Verhältnisse ab, als die Spannung der Feder sich verändert. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes trägt nach Richardson's Verbesserung, die zusammengedrückte Feder das Oel über einen Kolben und steht im Gleichgewicht mit der Belastung. In dem Verhältnisse, als das Oel verbrennt, nimmt die Belastung ab und die Feder hebt sich. Die Feder ist genau adjustirt und ihre Ausdehnung ist gleich dem Volumen des verbrennenden Oeles, daher immer ein gleiches Niveau erhalten bleibt. Fig. 224 (s. vorhergeh. Seite) zeigt die Moderateurlampe im Durchschnitte. Das Oelreservoir im Fusse der Lampe dient als Stiefel. Darin befindet sich der Kolben *A*, über letzterem die Feder, welche indem sie sich oben gegen *E* stützt, auf den Kolben einen Druck ausübt, der sich auf das darunter befindliche Oel fortpflanzt und dasselbe durch das Steigrohr *C* zum Brenner hebt. Hat nach mehreren Stunden der Kolben den Boden erreicht, so hört die Oelhebung auf; man muss deshalb schon vorher die Lampe aufziehen; d. h. durch Umdrehung des Griffes *D* die Zahnstange *B* und mit ihr den Kolben emporheben, wodurch die Feder zusammengepresst, also gespannt wird.

Als Anhang zu den Oellampen seien noch erwähnt die antike Lampe (Fig. 225), die Küchenlampe (Fig. 226) und die Nachtlampe ohne Docht (Fig. 227); letztere besteht aus einem Schälchen *a b* von Metall oder Glas, in dessen Mitte ein durch den Boden

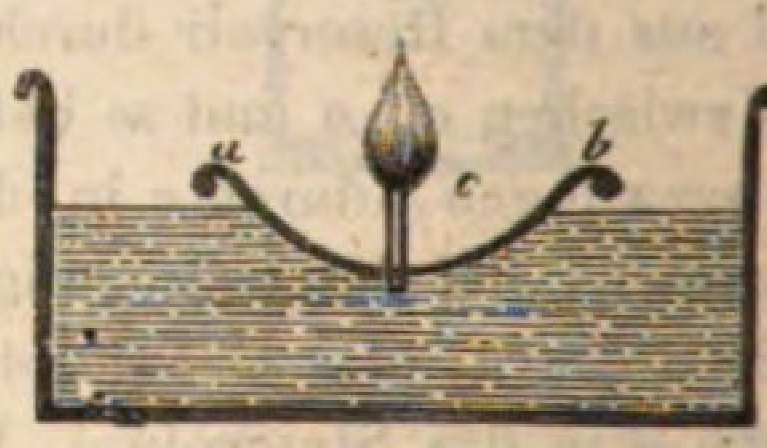
Fig. 225.



Fig. 226.



Fig. 227.



gehendes, offenes Röhrchen *c* festgemacht ist. Das Gewicht des Apparates ist von der Art, dass derselbe auf die Oberfläche von Oel gebracht, in diesem etwas tiefer einsinkt, als das Rohr *c* hoch ist; das Oel kommt an der Spitze von *c* als Tropfen zum Vorschein, der sich leicht entzünden lässt und in dem Maasse als er verbrennt, immer durch nachsteigendes Oel ersetzt wird. Diese Nachtlampe hat den Fehler, dass wegen nicht hinreichendem Luftzutritt beim Verbrennen des Oeles eine kohlige Substanz an der Mündung des Rohres zurückbleibt, welche nach kurzer Zeit das Rohr verstopft.

Lampen mit flüssigen Kohlenwasserstoffen (Hydrocarbüren). Von den bis jetzt angeführten Oellampen unterscheiden sich in Bezug auf das Leuchtmaterial diejenigen Lampen, in denen man anstatt des fetten Oeles flüssige Kohlenwasserstoffe (Camphin, Schieferöl, Solaröl, Photogen, Kerasin, Petroleum) benutzt. Da diese Flüssigkeiten keinen Sauerstoff, aber stets eine grössere Anzahl Atome von Kohlenstoff als von Wasserstoff enthalten, so bedürfen diese Körper zur vollständigen Verbrennung eines guten Luftzuges. Des hohen Kohlenstoffgehaltes wegen ist aber ihre Flamme weit weisser und das durch sie erzeugte Licht weit intensiver, als es bei den fetten Oelen der Fall ist. Ein häufig als Leuchtmaterial angewendeter Kohlenwasserstoff

Camphin und Camphinlampe. ist das Camphin (auch Antigas genannt), d. i. Terpentinöl, das durch Destillation über Kalk von seinem Harzgehalt befreit worden ist. Um es darzustellen, werden gleiche Gewichtstheile Wasser und rohes Terpentinöl in einer kupfernen Destillirblase, die davon nicht über $^2/_3$ angefüllt sein darf, mit dem hundertsten Theil der ganzen Mischung frisch gelöschten Kalks vermengt, und, nachdem der Helm aufgesetzt und die Fugen mit Lehm verstrichen worden, mittelst Holz-

feuerung überdestillirt, bis alles Oel in die vorgelegte Glasflasche übergegangen ist. Bei gleichen Gewichtstheilen Wasser und Oel bleibt in diesem Falle noch etwa $^1/_{10}$ Wasser zurück. Die überdestillirte Flüssigkeit besteht aus zwei Schichten, deren obere, das Camphin, in eine andere Flasche abgegossen und mit einem Glasheber von dem untenstehenden Wasser abgenommen wird. Die noch etwas trübe Flüssigkeit wird mit Löschpapier, etwa 2—3 Bogen auf 10 Pfd., geschüttelt, bis sie vollkommen wasserhell ist, und zuletzt filtrirt. Man erhält auf diese Weise von 100 Theilen rohem Terpentinöl 9—95 Th. Camphin, welches stets in wohlverkorkten Flaschen oder Ballons aufbewahrt werden muss, weil es bei längerer Aufbewahrung an Qualität verliert. Das Camphin ist nach der Formel $C_{10}\,H_8$ zusammengesetzt und enthält auf $7^1/_2$ Kohlenstoff 1 Th. Wasserstoff. Die Lampen, in denen das Camphin verbrannt wird, wurden aus England unter dem Namen Younglampe, Imperial- oder Vestalampe eingeführt, und haben sich in kurzer Zeit ausserordentlich schnell in Deutschland verbreitet. Die Camphinlampen haben einen unten stark verengten Cylinder, dem von Fries ähnlich. In der Flamme befindet sich eine Scheibe wie bei den Liverpoollampen. Der Cylinder schliesst dicht auf seinem Träger. Die Flamme wird zuerst an der Basis von dem äusseren Luftzug getroffen und durch die Verengerung des Zugglases gedrängt, hierauf durch den inneren Luftzug, der an der Scheibe abprallt, wieder aus einander getrieben, und nimmt dadurch eine tulpenartige Form an. Die Behandlung des Dochtes dieser Lampen erfordert einige Aufmerksamkeit. Der Docht muss vollkommen gleich abgeschnitten sein; ist dies nicht der Fall, so wirft die Lampe eine grosse Menge Russ aus, ein Umstand, der hie und da die Camphinlampe in Misscredit gebracht hat.

Benzol-, Schieferöllampen.

Von den übrigen flüssigen Kohlenwasserstoffen hat man das Benzol $C_{12}H_6$ (ein bei der Leuchtgasfabrikation aus Steinkohlen in grosser Menge erhaltenes Produkt; siehe unten) und das durch Destillation von bituminösem Schiefer, Torf, Braunkohle und Bogheadkohle dargestellte oder durch Rectification des Petroleums gewonnene Mineralöl (Photogen, Solaröl) als Leuchtflüssigkeit in Lampen benutzt. Die flüssigen Kohlenwasserstoffe, die in den Paraffinfabriken in so grosser Menge sich bilden, scheinen in der Geschichte der Beleuchtung eine grosse Rolle zu spielen bestimmt zu sein. Das Photogen ist eine farblose, ätherische Flüssigkeit von 0,815—0,835 spec. Gewicht. (Vor dem Gebrauche eines Photogens, welches nur 0,780 spec. Gew. besitzt, hat man sich wegen der Leichtentzündlichkeit des Oeles zu hüten.) Das dem Photogen ähnliche Solaröl von 0,885—0,895 spec. Gew. wird in den Camphinlampen ähnlichen Solaröllampen gebrannt und gegenwärtig in erstaunlicher Menge consumirt. Durch Destillation von Fichtenharz erhält man das Harzöl oder Pinolin, das ebenfalls als Leuchtmaterial in Lampen gebrannt wird.

Petroleum.

An die vorstehenden flüchtigen und flüssigen Leuchtmaterialien schliesst sich das Petroleum oder Steinöl an, welches gegenwärtig als Leuchtmaterial für Lampen eine grosse Rolle spielt und seines Paraffingehaltes wegen auch als Material der Paraffinbereitung (Seite 634) wichtig ist. Das Petroleum quillt fertig gebildet (entweder als natürliche Quelle oder in einem Bohrloch) auf die Erdoberfläche, gewöhnlich in Gemeinschaft mit Salzquellen und Gasquellen, was man durch die Annahme zu erklären versucht hat, dass in der Tiefe Lager von Steinsalz vorhanden sind, welche oft (vergl. Seite 164) Kohlenwasserstoffgas im comprimirten Zustand enthalten, dass dieses Steinsalz von unterirdischen Wassern aufgelöst, dabei das Gas frei gemacht wird und theils als Gasquelle an die Erdoberfläche gelangt, theils auch in Folge von starker Compression im condensirten Zustande als Petroleumquelle ausfliesst. Dieselbe Association von brennbaren Gasquellen, Petroleum und Steinsalz findet man in den Karpathen (sowol galizischer Seits in Wieliczka, als auch ungarischer Seits bei Szlatina) an der Westküste des Caspissees (die Feuer von

Baku), in Mesopotamien, in Kurdistan, in den beiden Indien, in China, sowie an unzähligen Punkten im Gebiete der grossen nordamerikanischen Salzformation, wo die meisten Bohrbrunnen mit der Salzsoole nicht nur Kohlenwasserstoffgase in reichlicher Menge, sondern auch viele derselben Petroleum liefern. Nachdem die Naphta, eine wasserhelle, leicht bewegliche Flüssigkeit von 0,715 spec. Gewichte, die bei 60⁰ zu sieden beginnt, und zum Carbonisiren des Gases, so wie an Stelle des Terpentinöles u. s. w. vorgeschlagen wurde, abdestillirt worden ist, bleibt das als Leuchtmaterial anwendbare raffinirte Petroleum als eine opalisirende Flüssigkeit von 0,81 spec. Gew. und den Siedepunkt von 150⁰ zurück.

Eine der besseren Solaröllampen ist die von Blok, welche sich von den anderen Hydrocarbürlampen durch folgende Umstände unterscheidet:

1) dass der gläserne Behälter *a* mittelst eines (eingeschliffenen) gläsernen Stöpsels dicht zu verschliessen ist; dieser Stöpsel enthält in seiner Mitte ein unrundes Loch, in welchem der hindurchgehende Brenner befestigt ist; 2) dass ein eingeschnürtes Zugglas *bb* angewendet und hiermit die sonst nöthige Blechkapsel über dem Brenner erspart wird, so dass auch der unter dieser Kapsel entwickelte Antheil Licht zu Gute kommt; 3) dass nicht nur beim Brennern mit hohlem Dochte, sondern auch bei jenen mit flachem und mit vollrundem Dochte die an Oellampen gebräuchliche Zahnstangenwinde angebracht ist; 4) dass zum Aufsaugen der brennbaren Flüssigkeit ein eigener, beständig in der Lampe verbleibender Saugdocht vorhanden ist, während der damit in Verbindung gebrachte Brenndocht leicht eingesetzt und gewechselt werden kann; 5) dass der Kuppelrand *cc* mittelst eines Ringes *dd* lose aufgesetzt ist, daher entfernt werden kann, und dann die Lampe bequemer gereinigt und geputzt wird.

Der Brenner zu einem vollen runden Dochte, wie er in Fig. 228 angezeigt erscheint, ist nach grösserem Maassstabe in Fig. 229, 230 und 231 vorgestellt. Fig. 229 dessen äussere Ansicht; Fig. 230 der Brennerring; Fig. 231 der Saugdocht nebst seinem Mechanismus.

Fig. 228.

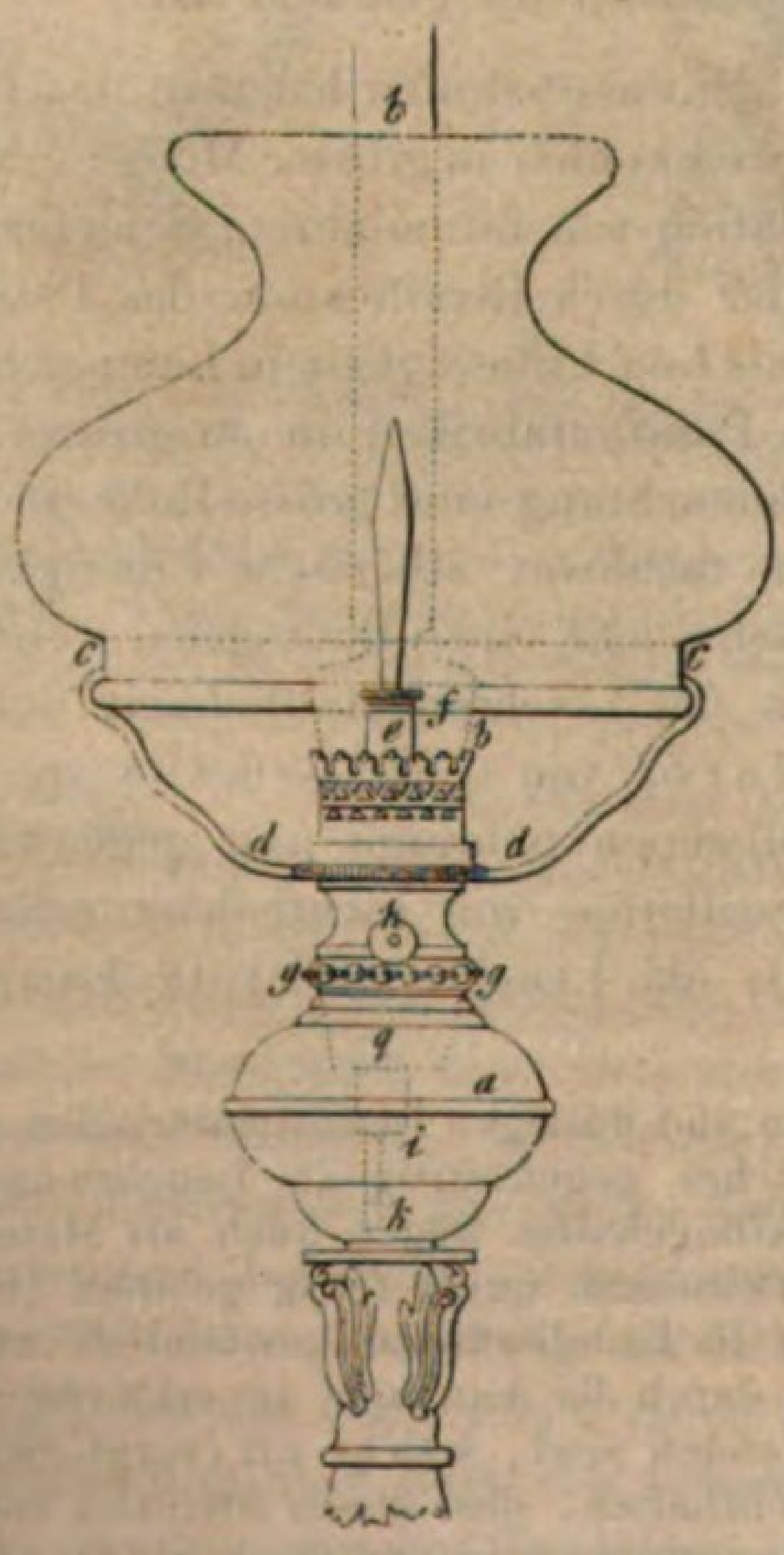


Fig. 229.

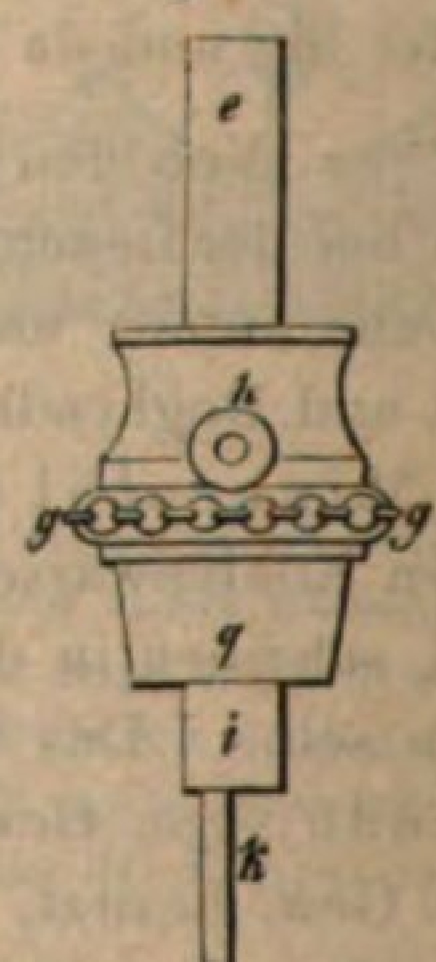
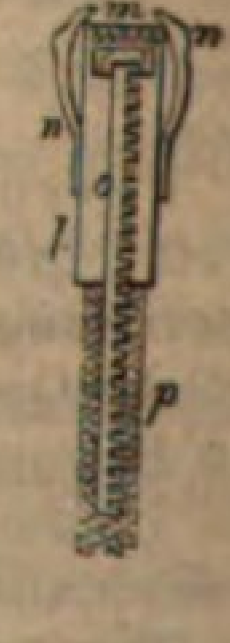


Fig. 230.



Fig. 231.



lm in Fig. 231 ist ein cylindrisches Rohr von Weissblech, mit dem Saugdochte *p* ausgefüllt, welcher mittelst kleiner Löcher am oberen Ende *m* festgenäht ist, unten in *p* lang hervorragt. Aeusserlich an *lm* sind zwei Dochtfedern *n*, *n* und die Zahnstange *o* angelöthet. Die ersteren halten den Brenndocht zwischen sich fest, wenn dieser in die obere Oeffnung

des Rohres unmittelbar auf den Saugdocht gestellt wird. Die Vorrichtung Fig. 231 wird in dem Rohre *e* (Fig. 229) hinabgeschoben, wobei die Zahnstange *o* in ihre Scheide *k* eintritt und mit dem Getriebe der Winde in Eingriff kommt, dessen Drehknopf bei *h* angegeben ist; der Saugdocht *p* hängt dann unten aus *i* herab und taucht in die Flüssigkeit des Behälters, in dessen Hals der Konus *q* passt. Oben auf *e* steckt man den Brennerring *f* (Fig. 230), durch dessen Oeffnung der Brenndocht so weit als nöthig hervortritt. Bei *g g* ist ein Kranz von Löchern zum Zutritt der Zugluft.

Fig. 232 zeigt den verbesserten Brenner zu hohlem Dochte. Der hohle Brenndocht wird hier wie allgemein bei den Oellampen mittelst zweier breiten Dochtfedern auf dem inneren (beweglichen) Cylinder festgehalten; aber auf den inneren Seiten dieser Federn sind zwei flache Saugdochte angenäht, welche, zwischen der Wand des Aussencylinders und den schirmartigen, mit dem inneren Cylinder verbundenen Wandsegmenten *y*, *y* hinabreichend, bei *x*, *x* heraushängen. Die Winde ist die gewöhnliche; unter dem Getriebe geht quer durch den Cylinder eine Oeffnung *z*, mittelst welcher der innere Luftzug seinen Eingang findet. *a* ist der Brenndocht, *b* das bekannte über demselben angebrachte Messingscheibchen, durch das der innere Luftzug nach der Flamme hin abgelenkt wird.

Fig. 232.

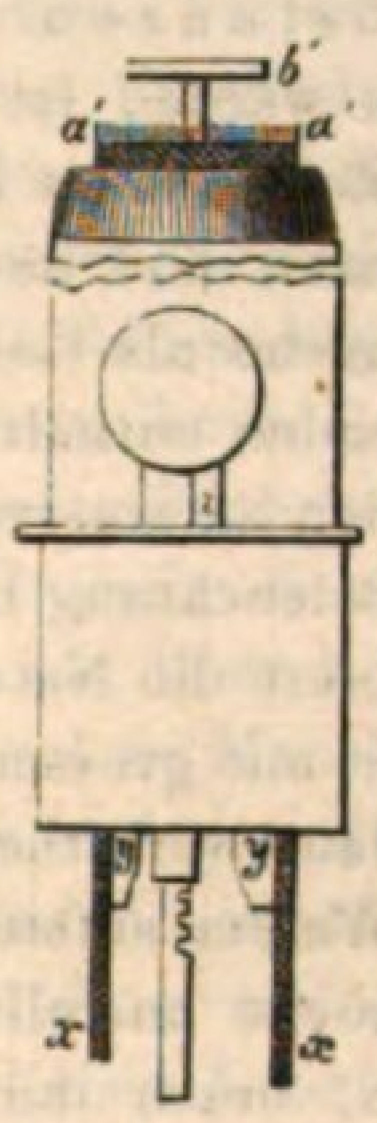


Fig. 233.

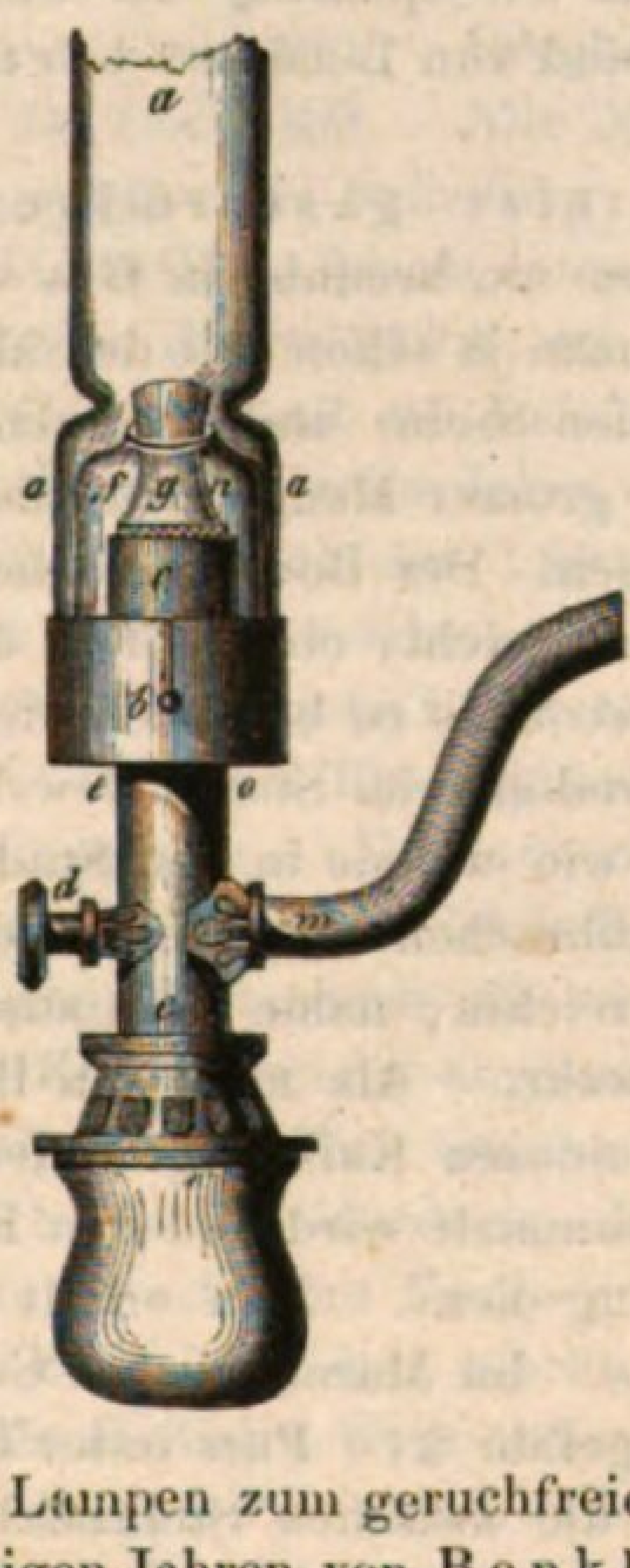
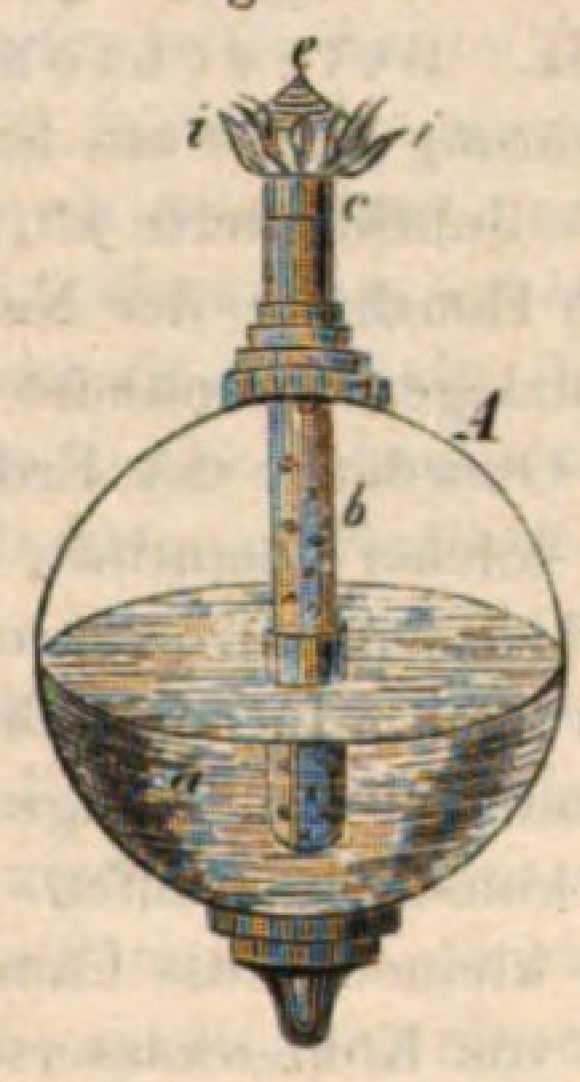


Fig. 234.



Eine Vorrichtung an Lampen zum geruchfreien Verbrennen des Harzöles, Solaröles und dergl. ist vor einigen Jahren von Benkler beschrieben worden. Fig. 233 zeigt einen Lampenbrenner, der seinen Oelbedarf von einem seitlichen Reservoir durch die Armröhren *l m* erhält. *a* ist das Lampenglas, *b* der Glashalter, *c c* der Brenner, bestehend aus einem äusseren und einem inneren Rohre, zwischen welchen beiden der hohle gewebte Docht sich befindet, *d* der Triebknopf zur Dochtwinde. Das wesentliche Charakteristische dieser Lampe besteht in dem gläsernen Apparate *efno*. Dieser ist eine unten ganz offene, oben zu einer engeren Oeffnung zusammengezogene Kapsel, innerhalb welcher die Luft nach der Flamme *g* hingedrängt und zugleich eine Vermengung des Oeldampfes mit erhitzter atmosphärischer Luft bewerkstelligt wird.

Vermittelst dieses Apparates gelingt es, das sonst mit äusserst russender Flamme brennende Harzöl vollständig zu verbrennen, so dass die Flamme weiss und leuchtend, dennoch aber ohne Geruch und Rauch auftritt. Der nämliche Apparat lässt sich an jeder gut construirten Lampe, so namentlich auch an den Moderateurlampen, anbringen.

Beleuchtung mit Leuchtspiritus.

An die Beleuchtung mit Rüböl, Solaröl, Photogen und Petroleum schliesst sich der Leuchtspiritus an. Diese Flüssigkeit besteht aus 1 Th. Terpentinöl und 7 Th. Alkohol von 97,5⁰. Aus dem Terpentinöl, das beim Verbrennen mit dem Alkohol verflüchtigt wird, scheidet sich so viel Kohlenstoff aus, um der Flamme eine intensiv weisse Färbung zu ertheilen. Mit dieser Lösung füllt man eine grosse Kugel *A* (Fig. 234 d. vor. S.) an, durch welche ein messingenes Rohr *b* geht. Dieses Rohr ist mit einem dicken Dochte angefüllt, der bis zur Stelle *c* reicht. Auf diesem Rohr wird ein hohler Knopf *e* befestigt; unterhalb dessen befinden sich in dem Rohre 8—10 enge Löcher *i i*. Das Rohr hat an dem unteren Ende, so weit es in die Flüssigkeit *a* taucht, viele Löcher, durch welche der Leuchtspiritus den Docht tränkt und durch denselben in die Höhe steigt. Wird das Rohr mittelst einer Spirituslampe etwas unter *c* erhitzt, so entwickeln sich Dämpfe, welche aus den Löchern unterhalb des Knopfes ausströmen und sich entzünden, um den Knopf herumbrennen und denselben erwärmen. Durch die Wärmeleitung wird die Flüssigkeit im Dochte hinreichend erhitzt, um die zur Speisung der Flamme hinreichende Menge Gas zuzuführen. Diese Lampen sind von Lüdersdorff construirt worden. Man nennt sie Dampflampen.

III. Beleuchtung mittelst gasförmiger Substanzen. Die Beobachtung, dass aus Steinkohlen ein brennbares Gas erhalten werde, ist schon mehrere Jahrhunderte alt, wusste man ja schon seit den ältesten Zeiten, dass in dem grossen Haushalte der Natur in den Stein- und Braunkohlenflötzen und auch aus Steinsalzlagern brennbare Gase in grosser Menge sich bilden, welche als Gasquelle an die Oberfläche der Erde gelangen. Der Boden mancher Gegenden enthält dieses Gas in solcher Quantität, dass es ausreicht, ein Rohr in den Boden zu stossen, um sogleich das Ausströmen eines Gasstromes zu bewirken, der zur Beleuchtung benutzt werden kann. In der Nähe von Fredonia im Staate New-York liefert die Natur eine vollständige Beleuchtungsanstalt, wie wir sie in den Städten nur mit grossem Aufwande künstlich schaffen. Beim Abbrechen einer Mühle, deren Mauerwerk theilweise in den kleinen Fluss Canadaway reichte, nahm man aus dem Wasser aufsteigende Blasen von Kohlenwasserstoffgas wahr. Als man nun Bohrversuche anstellte und in gewisser Tiefe eine Lage bituminösen Kalkes getroffen hatte, brach durch die Oeffnung das Gas hervor, das gesammelt wird und, in Röhren nach allen Theilen des Dorfes geleitet, zur Beleuchtung dient. Man erhält alle zwölf Stunden gegen 80 Kubikfuss Kohlenwasserstoffgas. Im Marmaroscher Comitate, in der Szlatinaer Steinsalzgrube entwickelt sich, ungefähr 270 Fuss unter Tag, Leuchtgas aus Spalten einer Schicht thonigen Mergels, die zwischen Steinsalzbänken eingeschlossen ist. Diese Erscheinung war schon im Jahre 1770 bekannt. Wie in Fredonia das von der Natur gelieferte Gas zur Beleuchtung des Dorfes dient, so benutzt man dasselbe zu Szlatina, um die tiefsten Grubenräume zu beleuchten. Der Missionär Imbert berichtet aus der Provinz Szu Tchhouan in China, wo man zahllose Bohrlöcher nach Steinsalz von 1500 bis zu 1600 Fuss Tiefe niedergestossen hat, dass viele dieser Bohrlöcher Ausströmungen von Leuchtgas zeigen, die zum Theil mit heftigem Getöse verbunden sind. Bambusröhren leiten das Gas in jede beliebige Entfernung. Man benutzt es zur Beleuchtung von Strassen und grossen Hallen, so wie als Brennmaterial in den Salinen. Den grossartigsten, hierher gehörenden Erscheinungen ist ohne Widerrede das „Feuerfeld" bei Baku, auf der Halbinsel Absheron an der Westküste des Caspisees beizuzählen, wo an mehreren Punkten perennirende Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgas stattfinden. Das Gas steigt am häufigsten aus einem dürren, steinigen Boden auf, wo ehemals ein Tempel stand. Der Tradition nach soll das

Gas schon mehrere Tausend Jahre gebrannt haben. Aehnliche Feuer findet man in Kurdistan bei Arbela, in Mesopotamien, zu Chitta-Gong in Bengalen und an anderen Orten des asiatischen Continents.

So viel von dem Vorkommen des Kohlenwasserstoffgases in der Natur.

Was das künstlich dargestellte Gas aus Steinkohlen anbelangt, beobachteten schon im Jahre 1664 die Engländer Clayton und Hales das Entweichen desselben beim Erhitzen von Steinkohlen; später (1767) zeigte der Bischoff Landlaff, dass sich die brennbare Luft durch Röhren überall hinleiten lasse; es benutzte sogar Professor Pickel in Würzburg, schon 1786, aus Knochen erzeugte Gase zur Beleuchtung seines Laboratoriums. Ungefähr um die nämliche Zeit stellte der Earl von Dundonald auf seinem Landsitze Culross-Abtei Versuche zur Anwendung des Steinkohlengases an. Ursprünglich handelte es sich um die Gewinnung von Steinkohlentheer als Nebenprodukt der Kokbereitung. Die Arbeiter hatten in die Kühlvorlage, in welcher sich der Theer absetzt, eiserne Röhren eingekittet und pflegten das aus diesen Röhren entweichende Gas des Nachts anzuzünden und die Flamme des Gases zur Beleuchtung zu benutzen. Der Lord selbst verbrannte das Gas in der Abtei als Gegenstand der Curiosität. Alle diese Versuche waren nur vereinzelt dastehende Vorläufer der englischen Erfindung der Leuchtgasfabrikation, welche man dem Engländer William Murdoch verdankt. Der Anfang der eigentlichen Gasbeleuchtung datirt sich vom Jahre 1792, wo Murdoch sein Haus und seine Werkstätte zu Redruth in Cornwall mit *aus Steinkohlen* erhaltenem Gase erleuchtete. Sein Verfahren wurde aber erst etwa zehn Jahre später bekannt, weshalb denn die Franzosen ihrem Landsmann Lebon, der 1801 mit einem aus Holz gewonnenen Gase seine Wohnung nebst Garten erleuchtete, diese Erfindung zuschreiben. Die erste Gasbeleuchtung im Grossen wurde 1802 von Murdoch in der Maschinenfabrik von Watt & Bolton in Soho bei Birmingham und 1804 in einer bedeutenden Spinnerei zu Manchester ausgeführt. Von nun an fand die Gasbeleuchtung immer weitere und grossartigere Anwendung und ist in London unter allen Städten am umfassendsten geworden. Lange Zeit wurde die neue Beleuchtungsart ausschliesslich auf Fabriken und ähnliche Etablissements angewendet, ehe sie in dem eigentlichen bürgerlichen Leben Eingang fand. Dies war der Fall im Jahre 1812, in welchem Londons Strassen mit Gas beleuchtet wurden. Im Jahre 1820 wurde in Paris die Gasbeleuchtung eingeführt. Nach dem Vorgange der beiden Metropolen macht die Verbreitung der Gasbeleuchtung in Städten rasche Fortschritte und in wenigen Jahren wird sie ihren Lauf um die civilisirte Welt vollendet haben, da die Verbesserungen in der Fabrikation, nämlich die von Pettenkofer eingeführte Leuchtgasfabrikation aus Holz und Torf, den Preis des Gases ausserordentlich ermässigt haben und die Einführung dieser Beleuchtungsart selbst in kleineren Städten gestatten. Es ist sogar zu erwarten, dass in nicht sehr ferner Zeit das Gas wie jetzt als Leuchtmaterial, so als Heizmaterial den Wohnungen zugeführt werden wird.

Das Princip der Gasbeleuchtung ist, wie schon im Eingange gesagt worden ist, ganz dasselbe wie das der übrigen Beleuchtungsmethoden, da es, wissenschaftlich gesprochen, keine andere Beleuchtung als Gasbeleuchtung giebt. Wenn man in Erwägung zieht, dass in dem brennenden Dochte das Leuchtgas aus dem Leuchtmaterial erzeugt und fast in demselben Augenblicke verbrannt wird, so ist es einleuchtend, dass die Beleuchtung mit Oel (Rüböl oder Solaröl), Wachs, Paraffin oder Stearinsäure sich von der Gasbeleuchtung nur durch den Ort der Gaserzeugung und durch die Zeit der Verbrennung unterscheidet. In dieser Beziehung könnte man die Gasbeleuchtung einen Rückschritt, und folgende Bemerkung eines bekannten Chemikers eine sehr treffende nennen. „Wäre die Gasbeleuchtung die ursprüngliche, oder hätte man später die Kerze oder die Lampe erfunden, in welcher die complicirten Operationen der Gasfabriken gewissermaassen zu einem Mikrokosmos selbstthätig und

selbstregulirend verschmolzen sind, so würde man diese Erfindung sicher zu den grössten unseres Jahrhunderts rechnen, und als einen Triumph der Intelligenz preisen." Wollte man Leuchtgas aus Oel oder aus Wachs oder aus Stearinsäure und Paraffin darstellen, so wäre der citirte Ausspruch gerechtfertigt, so aber wendet man Materialien wie Steinkohle, Holz und Terpentinöl, überhaupt Substanzen zur Gaserzeugung an, die für sich nie als Leuchtmaterialien benutzt werden können. Ausserdem ist wohl zu berücksichtigen, dass bei dem gegenwärtigen Stand der Dinge die Steinkohlengasanstalten so wie die Holzgasfabriken ökonomisch betrachtet nur Verkokungsanstalten sind, welche mehr durch den Verkauf von Koks bestehen und das Gas eigentlich als Nebenprodukt erhalten.

Rohmaterialien der Gasbereitung. Die Rohmaterialien zur Gaserzeugung sind Steinkohlen, Holz, Harz, Fett und Oel. Das aus diesen Materialien erzeugte Harz wird je nach der Substanz, die zu seiner Darstellung diente, Steinkohlengas, Holzgas, Harzgas, Oelgas u. s. w. genannt.

Steinkohlengas. Steinkohlengas.*) Die Steinkohlen, eine unschätzbare Gabe der Natur, sind in der mannigfaltigsten Beziehung für jeden Staat vom grössten Werth. Sie sind für manche Länder und Gegenden eine Hauptgrundlage des Wohlstandes und der kräftigste Hebel der Industrie und des Verkehrs. Was wäre England ohne seine Steinkohlen? Steinkohlen spielen in der britischen Industrie eine Hauptrolle; sie haben diesem Reich entschiedeneren Gewinn gebracht, als Spanien durch alle Gold- und Silberschätze Peru's sich erwarb.

Die Steinkohlen bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, kleinen Mengen von Stickstoff, Aschebestandtheilen und grösseren oder geringeren Mengen Schwefelkies. In technischer Beziehung unterscheidet man Backkohlen, die sich beim Erhitzen erweichen und aufblähen, Sandkohlen, die beim Erhitzen nur eine Volumenverminderung zeigen, und endlich Sinterkohlen, welche beim Erhitzen zusammensintern und zusammenfallen. Die Backkohlen zeichnen sich durch grossen Wasserstoffgehalt aus (sie enthalten auf 1000 Aeq. Kohlenstoff 375—400 Aeq. Wasserstoff) und sind deshalb die zur Leuchtgasfabrikation geeignetsten Kohlen; unter diesen zeichnet sich wieder die Cannelkohle aus, die nur in einigen Gegenden des britischen Reiches, so z. B. in Lancashire im Norden Englands und auch in Schottland in der Nähe von Glasgow gefunden wird. Der Name rührt von der hellen Flamme her, mit welcher sie brennt. Aermere Volksklassen verrichten beim Scheine derselben ihre häuslichen Geschäfte; nun heisst *Candle* eine Kerze, also Kerzenkohle. Der Cannelkohle steht die Kohle von Newcastle und die Bogheadkohle, von der weiter unten die Rede sein wird, sehr nahe. In Frankreich und Belgien wendet man die Kohle von Mons und Commentry, in Deutschland sächsische, schlesische, englische und rheinische oder westphälische Kohlen an. Die zur Gasfabrikation sich eignenden Kohlen dürfen nur sehr wenig Schwefel enthalten und nach dem Verbrennen nur sehr geringe Mengen Asche hinterlassen.

1 Zollcentner deutsche Steinkohlen giebt im Durchschnitt 14 Kubikmeter oder 500 engl. K.-Fuss Gas und 35 Kilogr. oder 150 Volumenprocente Koks. Die englischen Kohlen, namentlich die Kohlen von Newcastle geben durchschnittlich 550 K.-F. Gas.

*) 1 Kubikmeter = 35,31 engl. Kubikfuss
40,22 bayer. „
32,34 rhein. „
31,65 Wiener „
1000 Kubikfuss, englisch = 283 Kubikmeter
= 1138 bayer. Kubikfuss
915 rhein. „
896 Wiener „

Die Zersetzung der Gaskohle lässt sich durch folgendes Schema veranschaulichen:
100 Theile Steinkohlen bestehend aus

Kohlenstoff	78,0	geben	Koks	70—75
Wasserstoff	4,0		Leuchtgas	30—25
Stickstoff, Schwefel	0,8		Theer	
chem. gebundenem Wasser	7,2		Ammoniakwasser	
hygroskop. Wasser	5,0			
Asche	5,0			
	100,0			100,0

Produkte der Kohlendestillation.

Die Bestandtheile der vier Produkte der Kohlendestillation sind folgende:

I. Koks.

I. Koks.	Kohlenstoff	90—93
	Schwefeleisen ($Fe_7\ S_8$), Erdige Bestandtheile	10— 7
		100

II. Ammoniakwasser.

II. Ammoniakwasser.	Hauptbestandtheile	Kohlensaur. Ammoniak	$2\ NH_4\ O,\ 3\ CO_2$
		Schwefelammonium	$NH_4\ S$
	Accessorische Bestandtheile	Chlorammonium	$NH_4\ Cl$
		Cyanammonium	$NH_4\ C_2\ N$
		Schwefelcyanammonium	$NH_4\ C_2\ NS_2$

III. Theer.

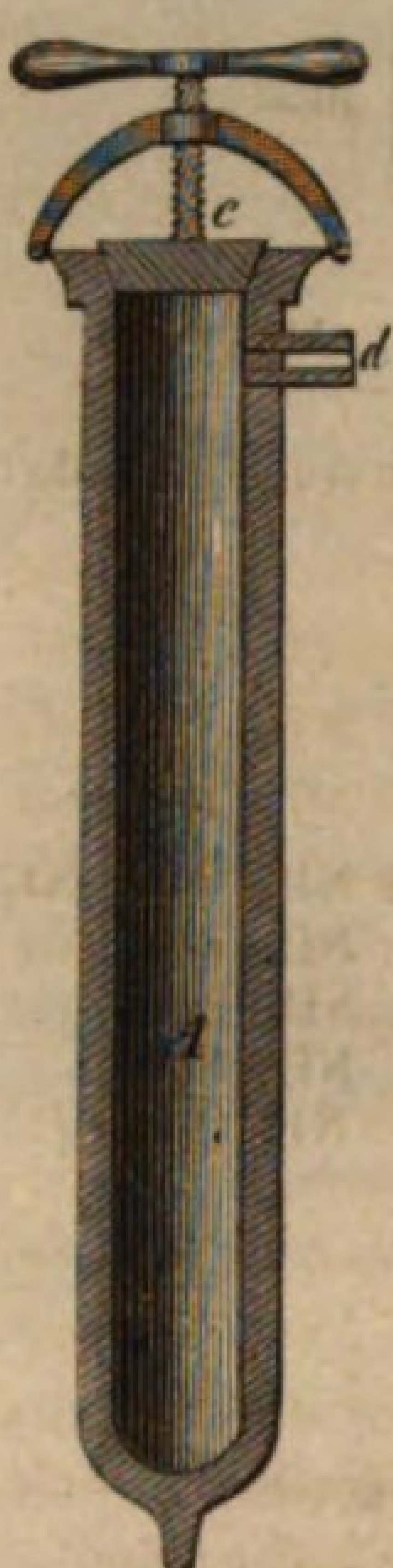
III. Theer.	Kohlenwasserstoffe	flüssige	Benzol	$C_{12}\ H_6$
			Toluol	$C_{14}\ H_8$
			Xylol	$C_{16}\ H_{10}$ u. s. w.
			Propyl	$C_6\ H_7$
			Butyl	$C_8\ H_9$ u. s. w.
		feste	Naphtalin	$C_{20}\ H_8$
			Paraffin	$C_{40}\ H_{42}$
	Säuren		Carbolsäure	$C_{12}\ H_6\ O_2$
			Rosolsäure	$C_{12}\ H_6\ O_3$
	Basen		Pyridin $C_{10}H_5N$, Anilin $C_{12}H_7N$, Picolin $C_{12}H_7N$, Lutidin $C_{14}H_9N$, Collidin $C_{16}H_{11}N$	
			Chinolin $C_{18}H_7N$, Lepidin $C_{20}H_9N$, Cryptidin $C_{22}H_{11}N$	
			Coridin $C_{20}H_{15}N$, Rubidin $C_{22}H_{17}N$, Viridin $C_{24}H_{19}N$	
	Asphalt bildende Bestandtheile		Brandharze	
			Kohle	

IV. Leuchtgas.

IV. Leuchtgas.	α) Leuchtende Bestandtheile	Gase	Acetylen	$C_4\ H_2$
			Elayl	$C_4\ H_4$
			Titryl	$C_6\ H_6$
			Ditetryl	$C_8\ H_8$
		Dämpfe	Benzol	$C_{12}\ H_6$
			Naphtalin	$C_{20}\ H_8$
			Propyl	$C_6\ H_7$
			Butyl	$C_8\ H_9$
	β) Verdünnende Bestandtheile		Wasserstoff	H
			Methylwasserstoff	$C_2\ H_4$
			Kohlenoxyd	$C_2\ O_2$
	γ) Verunreinigende Bestandtheile		Kohlensäure	$C_2\ O_4$
			Ammoniak	NH_3
			Cyan	$C_2\ N$
			Schwefelwasserstoff	SH
			Geschwefelte Kohlenwasserstoffe, vielleicht auch Schwefelkohlenstoff	$S_2\ C$
			Stickstoff	N

Die Destillation der Steinkohlen geht in Retorten von *Gusseisen* oder von *Thon* vor sich. Den Retorten giebt man am zweckmässigsten eine ovale Form oder die Gestalt eines liegenden D (⊍), um dem Feuer eine möglichst grosse Oberfläche darzubieten. Sie besteht aus zwei Theilen; der cylindrische Theil *A* (Fig. 235) ist 6 — 7 Fuss lang, hinten geschlossen, von einem Fuss Durchmesser und mindestens einem Zoll Stärke. Der Cylinder ist am vorderen Ende offen und wird durch einen aufzuschraubenden Deckel *c*, der auf der inneren Seite mit feuchtem Lehm oder Thon bestrichen ist, verschlossen. An der Seite der Retorte ist ein kurzes röhrenförmiges Mundstück *d* befestigt, das aufgeschraubt werden kann. Die Retorten liegen zu fünf oder zu sieben in einem gemeinschaftlichen Ofen (Retortenofen), der eine oder mehrere Feuerungen hat. In den Gasfabriken stehen je nach der Grösse des Betriebes mehr oder weniger Oefen neben einander. Die Retorten sind eingemauert und an mehreren Punkten unterstützt. Die Temperatur muss möglichst gleichförmig erhalten werden und mindestens die der Rothglühhitze sein, weil unter derselben die Destillationsprodukte nicht zersetzt werden, und sich wenig oder keine Gase, wohl aber Theer in grosser Menge bildet. Eine zu hohe Temperatur ist ebenfalls nachtheilig, da bei derselben sich das Leuchtgas in einen wenig leuchtenden Kohlenwasserstoff, in das Grubengas und in sich abscheidenden Kohlenstoff, ja selbst bei sehr gesteigerter Temperatur in Wasserstoffgas, dessen Leuchtvermögen gleich Null ist, und in Kohlenstoff zersetzt. Die Dauer der Destillation ist je nach der Natur der Steinkohlen verschieden; sie beträgt 5 — 7 Stunden.

Fig. 235.



Die bei der Destillation der Kohlen sich entwickelnden Gase steigen nebst den verflüchtigten Stoffen durch die Röhren *T* (siehe Fig. 236) aufwärts und gelangen in den querliegenden Cylinder *B* (Vorlage, Hydraulik, Trommel), in welchem sich Theer und Theerwasser condensiren. Beide fliessen durch ein Rohr in die Theercisterne ab. Nach dieser ersten Abscheidung der verdichtbaren Substanzen gelangt das Gas in den Kühlapparat oder Condensationsapparat (Condenser), dessen Zweck es ist, dem Gase möglichst alle bei gewöhnlicher Temperatur verdichtbaren Beimengungen zu entziehen. Dieser Apparat kann sehr verschieden eingerichtet sein. In unserer Zeichnung besteht derselbe aus einer Reihe von vertikalen, unter einander communicirenden Röhren *D* (Röhrencondensatoren); am unteren Ende ist die Communication durch einen mit Abtheilungen versehenen Kasten *E* hergestellt. In Folge dieser Anordnung circulirt das Gas in den Röhren und erleidet eine vollkommene Abkühlung. In dem Kasten scheiden sich noch Theer, Oel und Ammoniakwasser ab, welche Produkte mittelst des Hebers *H* von Zeit zu Zeit in die Cisterne *Q* abgelassen werden.

Aus dem Condenser tritt das rohe Gas in den Reinigungsapparat. Vorher aber zur Vervollständigung der Condensation in don Scrubber oder Kokscondensator *O O* ein mit Koksstücken gefüllter Cylinder, in welchem von Oben ein Wasserstrahl eintritt, welcher dem Gase den grössten Theil des Ammoniaks entzieht. Bei *K* tritt das Gas in, bei *K'* aus dem Scrubber. Hinter dem Kühler und Scrubber

Reinigung des Gases.

befindet sich, ehe das Gas in die Reinigungsapparate tritt, gewöhnlich noch ein Zwischenapparat, der Exhaustor (Aspirator), welcher das Gas aus den Retorten zu saugen bestimmt ist; sein Nutzen besteht darin, dass er den Druck in

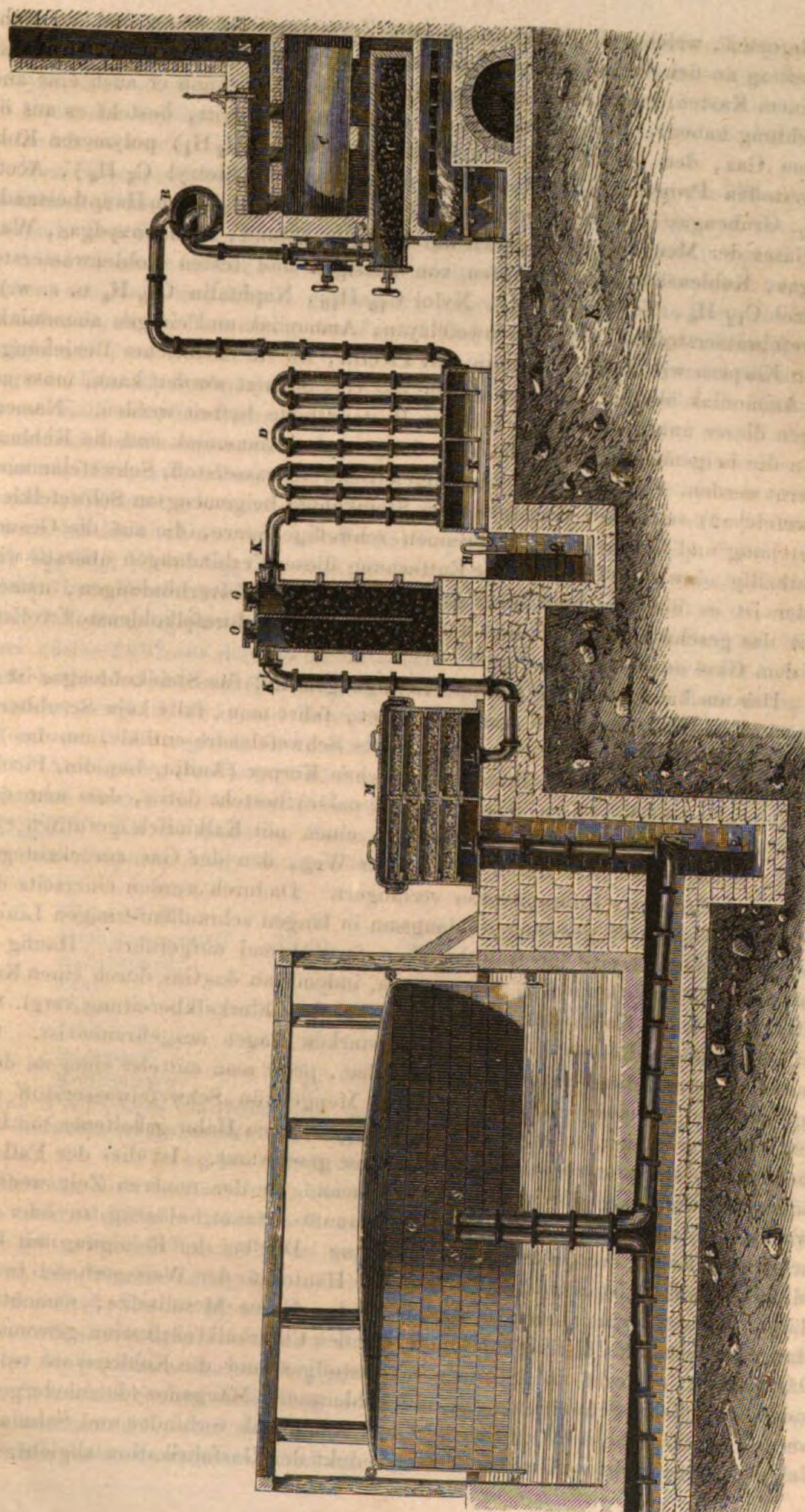


Fig. 236.

den Retorten, welcher die Hauptursache der Zersetzung des Gases und der Kohlenablagerung an den Wänden ist, auf ein Minimum reducirt. Der Exhaustor besteht aus einem Kasten, in welchem ein Schaufelrad rotirt, doch kann er auch eine andere Einrichtung haben. So wie das Gas aus dem Condenser tritt, besteht es aus ölbildendem Gas, den beiden mit dem ölbildenden Gase ($C_4 H_4$) polymeren Kohlenwasserstoffen Propylen (Trityl $C_6 H_6$) und Butylen (Ditetryl $C_8 H_8$), Acetylen $C_4 H_2$, Grubengas (Sumpfgas oder Methylwasserstoff, $C_2 H_4$), dem Hauptbestandtheil des Gases der Menge nach, obgleich nur wenig leuchtend, Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, Kohlensäuregas, Dämpfen von flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen (Benzol $C_{12} H_6$, Toluol $C_{14} H_8$, Xylol $C_{16} H_{10}$, Naphtalin $C_{20} H_8$ u. s. w.) und Schwefelwasserstoffgas, Cyan, Schwefelcyan, Ammoniak und einigen ammoniakähnlichen Körpern wie Anilin, Lepidin und Picolin, die in chemischer Beziehung sich dem Ammoniak ähnlich verhalten. Ehe das Gas benutzt werden kann, muss es von einigen dieser unnützen und schädlichen Bestandtheile befreit werden. Namentlich sollen die beigemengten Schwefelverbindungen, das Ammoniak und die Kohlensäure entfernt werden. Die Schwefelverbindungen (Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, Schwefelcyan) verdanken dem fast allen Steinkohlen beigemengten Schwefelkies ihre Entstehung und liefern beim Verbrennen schweflige Säure, die auf die Gesundheit nachtheilig einwirkt. Daher ist die Entfernung dieser Verbindungen überaus wichtig. Leider ist es bis jetzt noch nicht gelungen alle Schwefelverbindungen, namentlich nicht das geschwefelte Naphtalin und wol auch den Schwefelkohlenstoff vollständig aus dem Gase auszuscheiden.

Das am häufigsten angewendete Reinigungsmittel für Steinkohlengas ist Kalk; ehe man aber das Gas durch den Kalk leitet, führt man, falls kein Scrubber angewendet wird, dasselbe durch Wasser, welches Schwefelsäure enthält, um das Ammoniak und die in dem Gas enthaltenen basischen Körper (Anilin, Lepidin, Picolin) zu absorbiren. Die Kalkreinigung (die nasse) besteht darin, dass man das Gas durch eine trichterförmige Erweiterung in einen mit Kalkmilch gefüllten cylindrischen, eisernen Behälter treten lässt. Der Weg, den der Gas zurückzulegen hat, wird mit Hülfe eines Rührapparates verlängert. Dadurch werden einerseits die aufsteigenden Gasblasen gezwungen, langsam in langen schraubenförmigen Linien aufzusteigen, andererseits die Kalktheilchen fortwährend aufgerührt. Häufig wendet man auch die trockne Reinigung an, indem man das Gas durch einen Kasten *M* leitet, in welchem Kalkhydrat (ähnlich wie bei der Chlorkalkbereitung vergl. S. 201) auf sogenannten Rosten in 2 — 3 Zoll starken Lagen ausgebreitet ist. Ob das Gas alles Schwefelwasserstoffgas verloren hat, prüft man mittelst eines an der Seite angebrachten Hahnes. Ist die geringste Menge von Schwefelwasserstoff noch in dem Gase vorhanden, so wird ein über den geöffneten Hahn gehaltenes mit Bleiessig überstrichenes Papier sogleich gebräunt oder geschwärzt. Ist dies der Fall, so beginnt die Reinigung durch Kalk von Neuem. In der neueren Zeit wendet man zweckmässig anstatt des Kalkes eine verdünnte Aetznatronlösung an oder ein Gemenge von Kalkhydrat und Glaubersalzlösung. Der bei der Reinigung mit Kalk abfallende Gaskalk ist zum Anschwöden der Häute in der Weissgerberei brauchbar. Häufig benutzt man auch zum Reinigen des Gases Metallsalze, namentlich das Manganchlorür, das als Nebenprodukt bei der Chlorkalkfabrikation gewonnen wird. Das Mangan entfernt das Schwefelwasserstoffgas und die Kohlensäure vollständig, indem unlösliches Schwefelmangan und kohlensaures Manganoxydul niedergeschlagen werden, während das Chlor sich mit dem Ammoniak verbindet und Salmiak liefert, der gegenwärtig ein werthvolles Nebenprodukt der Gasfabrikation abgiebt. Anstatt

des Manganchlorürs wendet man zum Reinigen des Gases ferner an: Manganvitriol, Bleivitriol, Eisenvitriol oder das sogenannte Laming'sche Mittel — ein Gemenge von Gyps, Eisenoxyd und Sägespänen.

Nach der Reinigung wird das Gas vermittelst des Rohres *L'* und *S* in den Gasbehälter oder Gasometer *G* geleitet.

Zwei Nebenprodukte der Steinkohlengasfabrikation sind die in der Theercisterne befindlichen Flüssigkeiten, aus einer wässerigen Ammoniaklösung und aus Theer bestehend. Das Gaswasser giebt durchschnittlich 2 pCt. Salmiak (vergl. S. 218). Der Steinkohlentheer wurde vor einigen Jahren noch fast nur zum Anstreichen von Holz und Metall gebraucht; gegenwärtig ist er das Rohmaterial der *Theerindustrie*, deren Bedeutung von Tag zu Tag zunimmt. Man destillirt auch ein flüchtigeres Oel ab, welches als Steinkohlentheeröl das Hauptmaterial zur Auflösung von Kautschuk abgiebt. Der bei der Destillation zurückbleibende Rückstand giebt mit Kalk oder Sand gemengt einen künstlichen Asphalt, der zur Pflasterung und zur Dachbedeckung Anwendung findet. Das Steinkohlentheeröl ist ein Gemenge von vielerlei Körpern. Derjenige Theil, welcher bei der Destillation zuerst übergeht und auf Wasser schwimmt, das leichte Oel genannt, dient unter dem Namen Benzol (es ist ein Gemenge von Benzol $C_{12}H_6$ mit Toluol $C_{14}H_8$, Xylol $_{16}H_{10}$, Cumol $C_{18}H_{12}$, Cymol $C_{20}H_{14}$ etc.) als Leuchtmaterial in Lampen, als Lösungsmittel für Gutta Percha und Kautschuk, so wie zur Darstellung des Nitrobenzols, welcher den Ausgangspunkt zur Bereitung der *Anilinfarben* (vergl. S. 553) bildet. Das bei 160—190° aus dem Steinkohlentheer übergehende schwere Oel enthält wesentlich Carbolsäure (phenylige Säure) $C_{12}H_6O_2$, welche zur Herstellung von Pikrinsäure (vergl. S. 585), zur Bereitung von rothen und blauen Farben, sowie als Desinfectionsmittel ausgedehnte Anwendung findet.

Die Anwendung des Hauptproduktes der Gasfabriken, der Koks, als werthvolles Heizmaterial überall da, wo starke Hitze ohne Flamme nothwendig ist, ist bekannt.

Zusammensetzung des Kohlengases.

Als Beispiele der Zusammensetzung des gereinigten Kohlengases seien folgende Analysen angeführt:

	I.	II.	III.	IV.
Wasserstoff	44,00	41,37	51,29	50,08
Methylwasserstoff	38,40	38,30	36,45	35,92
Kohlenoxyd	5,73	5,56	4,45	5,02
Elayl	4,13	5,00	4,91	5,33
Ditetryl	3,14	4,34		
Stickstoff	4,23	5,43	1,41	1,89
Sauerstoff	—	—	0,41	0,54
Kohlensäure	0,37	—	1,08	1,22

I und II Kohlengas von Heidelberg, analysirt 1859 von *Landolt*, III und IV Kohlengas von Chemnitz, analysirt 1860 von *Wunder*.

Holzgas.

Holzgas. Seit den Zeiten von Lebon hat man öfters versucht, Gas aus Holz darzustellen, aber aus nahe liegenden Gründen nie anderes Gas, als von sehr dürftiger Leuchtkraft erhalten. Trockenes Holz enthält nämlich 42—45 pCt. Sauerstoff, welche bei der gewöhnlichen Destillation fast gänzlich als Kohlenoxyd in das Gas übergehen. Nach einer der neueren Zeit angehörenden Erfindung des Prof. Pettenkofer in München ist die Erzeugung des Kohlenoxydgases keine Nothwendigkeit und kann durch eine geeignete Modifikation vermieden und so ein für praktische Anwendung genügend leuchtkräftiges Gas erhalten werden. Mit der Pettenkofer'schen Erfindung ist die Holzverkohlung zum Beleuchtungsgeschäft herangezogen, und einer Hauptbedingung, der Wohlfeilheit, genügt das Gas lediglich dadurch, dass es mit einem werthvollen und leicht verwerthbaren Pro-

dukt, der Holzkohle, entsteht. Die Holzgasbeleuchtung wurde zuerst auf dem Münchener Bahnhof benutzt, und hat auch neuerdings in den Städten Würzburg, Coburg, Zürich, Darmstadt, Innsbruck, Erlangen, Landshut, Regensburg, Linz, Basel und vielen anderen Städten Eingang gefunden. Die Vortheile der Holzgasbeleuchtung vor der Steinkohlengasbeleuchtung sind: 1) Grössere Wohlfeilheit der Gaserzeugung verbunden mit der Anlage von weniger Retorten und leichterer Bedienung, welche grössere Wohlfeilheit nach den bisherigen Erfahrungen zu $^2/_3$ der Kosten gegen jene bei der Steinkohlengasbeleuchtung veranschlagt werden kann; 2) grössere Reinheit des Gases, namentlich Freisein des Gases von Schwefel, wodurch die Anwendung des Holzgases auch in solchen Räumen möglich wird, wo der Schwefelgehalt nachtheilig einwirkt, wie in Treibhäusern, Wintergärten, Seidenfärbereien etc. Die leichte Verwerthbarkeit der Nebenprodukte: Kohlen, Holztheer und Holzessig ist bei der Holzgasfabrikation ebenfalls sehr zu berücksichtigen. Diese Gasbereitung bedingt nicht die Verwendung von besonders gutem Holze, es können dazu vielmehr Holzabfälle jeder Art und auch solche Holzgattungen, die ausserdem nicht zum Brennholz benutzt werden, wie die Latschen auf den Torfmooren Südbayerns angewendet werden. Ein Centner lufttrocknes Holz gab in 1 — $1^1/_2$ Stunden Destillationszeit 709—759 Kubikfuss Gas, wobei 74 Pfd. Torf als Brennmaterial verwendet und 19—20 Pfd. Holzkohle erhalten wurden.

Holzgas aus möglichst harzfreiem Fichtenholze zeigte sich nach Pettenkofer's Analyse zusammengesetzt:

	a) ungereinigt	b) gereinigt
ölbildendes Gas	7,39	10,57
Grubengas	25,32	33,76
Kohlenoxydgas	28,21	37,62
Wasserstoffgas	13,53	18,05
Kohlensäure	25,01	—

Das gereinigte Torfgas ist, wie folgende von W. Reissig (1859) angestellte Analyse eines guten Gases zeigt, zusammengesetzt:

I.	Schwere Kohlenwasserstoffe	= 9,52 pCt.
	Leichtes Kohlenwasserstoffgas	= 42,65 „
	Wasserstoffgas	= 27,50 „
	Kohlenoxydgas	= 20,33 „
	Kohlensäure und Schwefelwasserstoff . . .	= Spuren „
		100,00

Die Analyse eines andern, mit vorzüglichem Torfe bereiteten Gases gab:

II.	Schwere Kohlenwasserstoffe {Elayl = 9,52; Ditetryl = 3,64}	= 13,16 pCt.
	Leichtes Kohlenwasserstoffgas	= 33,00 „
	Wasserstoffgas	= 35,18 „
	Kohlenoxydgas	= 18,34 „
	Kohlensäure und Schwefelwasserstoff . . .	= 0,00 „
	Stickstoff	= 0,32 „
		100,00

Theorie der Holzgasbereitung. Das Princip der Darstellung von Leuchtgas aus Holz und Torf besteht darin, dass sie durch die trockne Destillation anfänglich sich bildenden Dämpfe einer noch höheren Temperatur ausgesetzt werden, als diejenige ist, bei welcher sie entstehen. Dies wird am besten auf die Weise bewerkstelligt, dass man die aus der Cellulose bereits bei 150—200° sich bildenden Dämpfe über glühende Flächen führt, wodurch die Dämpfe in permanente Gase zersetzt werden, die so viel an Wasserstoff gebundenen Kohlenstoff enthalten, dass die Flamme von ausgezeichnetem Leuchtvermögen ist.

Es wäre längst gelungen, aus Holz, Torf u. s. w. ein leuchtendes Gas darzustellen, wenn man bedacht hätte, dass die Dämpfe aus denselben schon bei sehr niedriger Tempe-

ratur (aus Holz schon bei 150° C.) entstehen. Bei dieser Temperatur entwickeln sich aus Steinkohlen, Oel, Harz u. s. f. noch gar keine Gase und entsteht demnach auch aus diesen kein Leuchtgas. Wir unterscheiden zuerst mit Schärfe und Bestimmtheit zwischen jener Temperatur, bei welcher Holz oder Torf in Kohle und Dämpfe zerlegt werden (*Temperatur der Verkohlung*), und zwischen derjenigen Temperatur, bei welcher die entstandenen Dämpfe zu *permanentem Leuchtgas* zersetzt werden.

Aus Steinkohlen, Harz u. s. w. wurde in den bisherigen Vorrichtungen der Fabriken deshalb ein brauchbares Leuchtgas erhalten, weil die Dämpfe bei ihrem Entstehen schon eine viel höhere Temperatur haben, als die Dämpfe aus Holz, demnach nur wenig noch höher erhitzt werden müssen, um zu brauchbarem Leuchtgas zersetzt zu werden, oder mit anderen Worten, weil die Temperaturen der *Verkohlung* und *Leuchtgasbildung* sich viel näher liegen, als bei Holz und Torf. Die für diese Eigenschaften der Steinkohlen-, Oel- und Harzdämpfe passenden Apparate finden wir deshalb auch bei weitem nicht ausreichend, um Leuchtgas aus Holz zu erhalten. Von den in dem Holztheer sich vorfindenden kohlen- und wasserstoffreichen Substanzen haben manche für sich einen viel höheren Siedepunkt (200—250° C.), bei dem sie sich, ohne chemische Zersetzung zu erleiden, destilliren lassen, als diejenige Temperatur ist, bei welcher sie aus dem Holze entstehen. Vorzüglich in ihnen ruht die Leuchtkraft und es müssen dieselben durch noch höhere Temperatur zu kohlenstoffreichen permanenten Gasen zersetzt werden.

Bei der Holzgasbereitung hat man einen Raum für die Zersetzung der Pflanzenfaser (Holz, Torf u. s. w.), die Retorte, von der Form der gewöhnlichen Gasretorten, und nebst diesem einen eigenen Raum für die Zersetzung der primitiv entstehenden Dämpfe zu Leuchtgas; letzterer, der *Generator*, befindet sich unmittelbar über und unter dem ersteren. Nachdem die Holzdämpfe die Retorte verlassen haben, gehen sie noch sieben Mal in den Gängen des Generators hin und her und machen hierbei noch einen Weg von 60 Fuss im Feuer des Ofens. Die Form des Generators kann natürlich verschieden sein. Es kann selbst die Retorte allein, wenn auch unvollkommen, die Funktion des Generators dann verrichten, wenn sie nur mit sehr wenig Holz beschickt wird, und dadurch eine hinlänglich grosse glühende Fläche von den Holz- oder Torfdämpfen bestrichen wird, wodurch leuchtendes Gas entsteht.

Aus dem angeführten Princip der Destillation ist es auch erklärlich, wie aus *einem Pfund* Holz, anstatt früher $3^1/_2$ Kubikfuss, nun 6 und mehr Kubikfuss Gas erhalten werden können, und von einer Leuchtkraft, dass ein Brenner, der stündlich 5 Kubikfuss von diesem Gase verzehrt, die Helligkeit von 14—18 Wachskerzen (5 = 1 Pfd.) je nach der Qualität des Holzes verbreitet. (Das aus dem Generator tretende Gas enthält Kohlensäure in ziemlich bedeutender Menge, von welcher es durch Kalkhydrat vollkommen befreit werden muss, damit seine Leuchtkraft nicht verringert werde.) Es ist übrigens kein grosser Unterschied in der Quantität und Qualität des Gases, wenn man verschiedene Holzarten zur Destillation verwendet, z. B. zwischen 1 Pfd. Buchen- und 1 Pfd. Föhrenholz. Von harzhaltigem Holz erhält man jedoch stets etwas mehr Gas als von Laubholz.

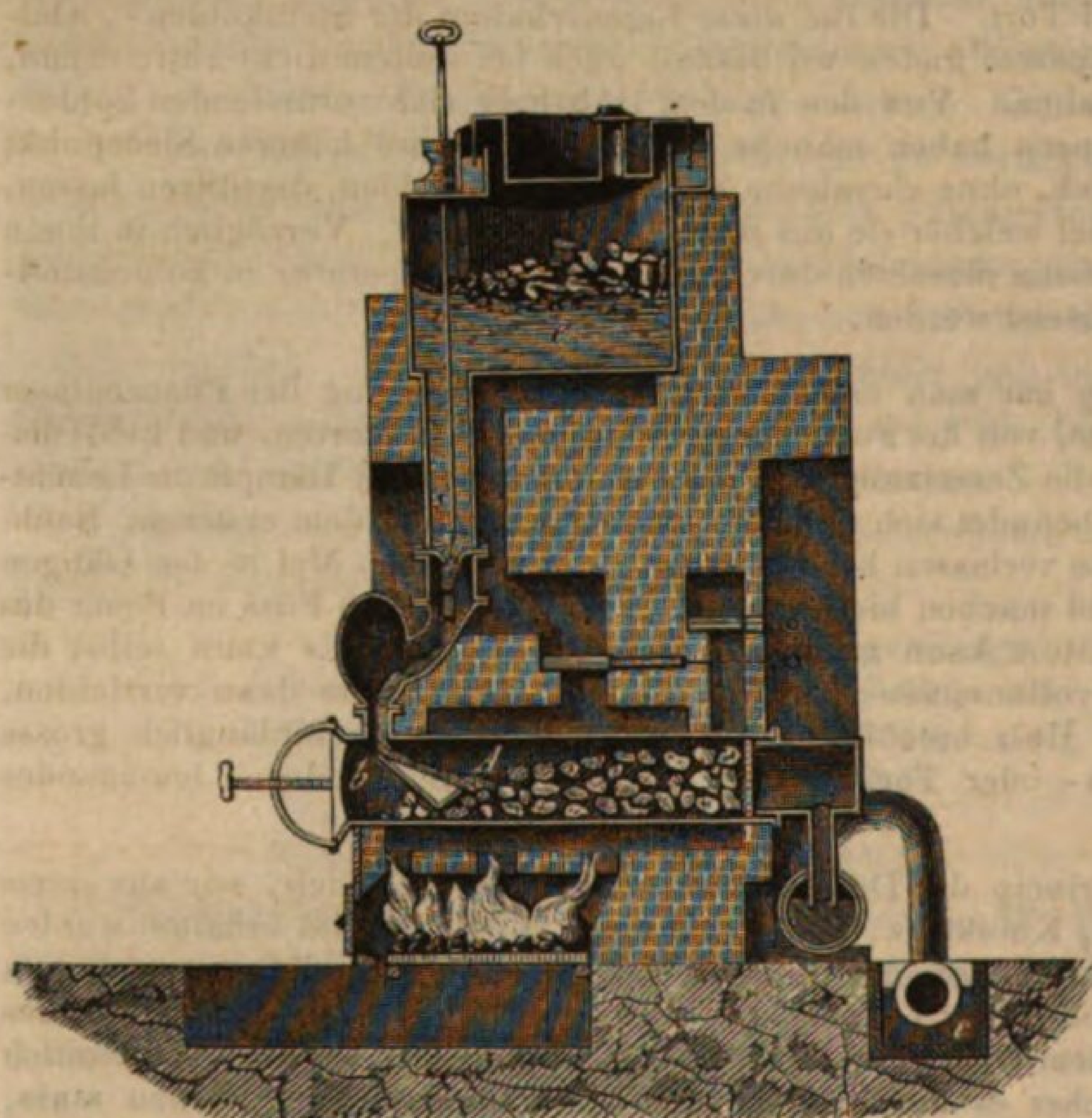
Harzgas. **Harzgas.** Seitdem das Colophonium billig und in grosser Menge aus Nordamerika auf den europäischen Markt gebracht wird, hat man angefangen, dieses Harz in einigen Städten, wie in Paris, Manchester, Frankfurt a. M., u. s. w. zur Darstellung des Leuchtgases anzuwenden. Wenn man Colophonium für sich destillirt, so erhält man eine Flüssigkeit, welche dem Terpentinöl sehr ähnelt, und Harzöl genannt wird. In der Nähe der Rothglühhitze wird dieses Oel in gasförmige Produkte zersetzt, die reich an ölbildendem Gase sind. Bei dem gewöhnlichen Apparat der Darstellung des Harzgases wird das Colophonium in dem Raume *e* (Fig. 237 siehe nächste Seite) geschmolzen, und tröpfelt im geschmolzenen Zustande durch die Röhre *f* bei *b* in die Retorte *A*, in welcher sich Koksstückchen befinden. Die entstandenen flüchtigen Produkte werden zunächst in einen mit kaltem Wasser umgebenen Behälter *c* geleitet, in welchem sich der grösste Theil des dem Gase beigemengten Harzöles niederschlägt. Das Gas wird dann durch das Leitungsrohr in den Condenser und von da, um die darin bis zu 8 pCt. enthaltene Kohlensäure abzuscheiden, durch eine Lösung von Aetznatron geleitet.

Harzgas zu Manchester dargestellt, bestand in 100 Volumen aus:

ölbildendem Gas . . .	8,13
Grubengas	29,71
Wasserstoffgas . . .	43,38
Kohlenoxydgas . . .	18,78

100 Pfd. Harz geben ungefähr 1300 engl. Kubikfuss Gas. Die Harzgasbereitung hat nicht nur mit Schwierigkeiten zu kämpfen wegen der Gestehungskosten des Produktes, sondern auch in Folge des unsicheren Bezugs des Rohmaterials und der Ungleichmässigkeit seiner Eigenschaften, welche auch Ungleichheiten des Produktes zur Folge haben.

Fig. 237.



Oelgas. Nur der Umstand, dass jedes schlechte, übelriechende und zu nichts Anderem mehr nutzbare Oel oder Fett noch zur Gasfabrikation benutzt werden kann, macht in einzelnen Fällen die **Verwendung des Oeles zur Darstellung des Gases** vortheilhaft. Die Oelgasbeleuchtung eignet sich besonders für einzelne Gebäude wie Fabriken u. s. w., weil die Fabrikation des Oelgases weit einfacher ist, als die jedes anderen Gases. Es sind Fälle bekannt, wo die Beleuchtung mit Oelgas sich schon durch die bessere Controle und die Sicherheit vor Veruntreuung als rentabel erwiesen hat. So wird z. B. die Stadt Rheims durch Fett beleuchtet, welches man aus Seifenwasser, vom Entfetten der Wolle herrührend, durch Zersetzen desselben mittelst Säure enthält (Suintergas).

Zur Darstellung wendet man auch hier eiserne Retorten an, füllt dieselben mit Koks- oder Ziegelsteinstückchen und lässt das Oel oder den geschmolzenen Talg aus einem über dem Ofen befindlichen Kasten durch ein Rohr in einem feinen Strahl in die Retorten fliessen, sobald diese mit ihrem Inhalt die gehörige Hitze erlangt haben. Das Oel oder geschmolzene Fett breitet sich auf den Koks- oder Ziegelsteinstückchen aus und erleidet die der Temperatur entsprechende Zersetzung. Die dabei gebildeten Gase werden durch ein am anderen Ende der Retorte aufsteigendes Rohr in den luftdichten grossen Oelbehälter geleitet, aus welchem die zuvor erwähnten Kasten über den Retorten mit Oel gespeist werden. In diesem grossen Behälter setzt das durchströmende Gas alle nicht völlig zersetzten und mit fortgerissenen Fetttheile ab, während das Gas unmittelbar in den Gasometer geleitet wird. Da sich allmälig die Poren der Koks- oder Ziegelsteinstückchen mit Graphit füllen, so muss der Inhalt der Retorten von Zeit zu Zeit erneuert werden.

Das Oelgas ist verschieden zusammengesetzt und verschieden leuchtend, je nachdem eine höhere oder niedrigere Temperatur zur Zersetzung des Oeles angewendet worden ist.

Die Zusammensetzung des Oelgases, bei verschiedenen Temperaturen erhalten, ist in 100 Volumen folgende: 1. und 2. stellt die Zusammensetzung von Gas dar, das in lebhafter Rothglühhitze erzeugt worden ist, 3. die Zusammensetzung von, bei möglichst niedriger Temperatur erzeugtem Gas, 4. die Zusammensetzung von Thrangas:

	Spec. Gewicht.	Oelbildendes Gas.	Grubengas.	Kohlenoxydgas.	Wasserstoff.	Stickstoff.
1.	0,464	6	28,2	14,1	45,1	6,6
2.	0,590	19	32,4	12,2	32,4	4
3.	0,758	22,5	50,3	15,5	7,7	4
4.	0,906	38	46,5	9,5	3,0	3

In Bezug auf die vorstehende Tabelle ist indessen anzuführen, dass die Leuchtkraft des Oelgases ebenso wenig wie die des Steinkohlengases allein vom ölbildenden Gase herrührt. Beide enthalten nicht unbedeutende Mengen Dämpfe von flüssigen Kohlenwasserstoffen, deren Leuchtkraft der des ölbildenden Gases gleichkommt.

Gas aus anderen Substanzen. Ausser den genannten Materialien: Steinkohlen, Holz, Harz und Oel sind auch noch andere Körper wie thierische Abfälle, Excremente, Torf und der ausgezogene Hopfen der Bierbrauereien zur Fabrikation von Leuchtgas benutzt worden; diese Substanzen haben aber eine ganz beschränkte, nur auf bestimmte Umstände in einzelnen Etablissements gegründete Anwendung.

Schiefergas. Eine andere Methode, Gas aus Schieferöl*), das man aus bituminösem Schieferthon**) destillirt, unter gleichzeitiger Zersetzung von Wasser, darzustellen, welche man nach ihrem Erfinder die Selligue'sche Methode genannt hat, ist in Bezug auf die Consequenzen, die sich aus dem dabei befolgten Principe ziehen lassen, von grosser Wichtigkeit. Das Princip dieser Methode bildet das White'sche in England patentirte Verfahren. *White's Verfahren.* Der dazu benutzte Apparat besteht aus je zwei Retorten. In der einen Retorte strömt ein dünner Wasserstrahl auf glühende Holzkohlen oder Koks; die Zersetzungsprodukte gehen mit vielem überschüssigem Wasserdampf gemengt in die zweite Retorte, in welcher die Destillation des eigentlichen Gasmaterials — entweder Harz oder Steinkohle — stattfindet. Das erzeugte Gas geht aus der Vorlage durch den Condenser und die Kalkreiniger in den Gasometer. Der Vortheil des White'schen Verfahrens besteht in grösserer Ausbeute und besserer Qualität des Gases. Durch das Einströmen des Wasserdampfes auf die Koks- oder Holzkohlen bilden sich Kohlenoxydgas und Wasserstoff, zwei Körper, die der herrschenden Meinung zuwider auf die Leuchtkraft des Gases von günstigem Einflusse sind. Der Zuwachs der Gasausbeute besteht aus diesen beiden Körpern. Der Hauptvortheil des White'schen Verfahrens ist aber wesentlich in der mechanischen Wirkung der Wasserzersetzungsprodukte zu suchen. Beim Durchströmen durch die Harz- oder Steinkohlenretorte führen sie nämlich die gebildeten leuchtenden Kohlenwasserstoffe rasch aus dem Bereiche der Rothglühhitze, worin diese

*) Das Schieferölgas zu Reutlingen und Hechingen wird einfach durch Zersetzen des Schieferöles in einem Oelgasapparat dargestellt. 100 Pfd. Oel geben 1250 — 1400 engl. Kubikfuss Gas, welches, da das Schieferöl keinen Sauerstoff enthält, fast kohlensäurefrei ist.

**) Solcher Schieferthon findet sich auch in Deutschland in reichlicher Menge vor. Ein solches Schieferlager tritt z. B. in dem Stufenlande längs des Gebirgslandes der schwäbischen und fränkischen Alp vom Rhein bis zum Main in einer Ausdehnung von mehr als 60 Meilen auf. Ueber dem schwarzen festen Schiefer, den man an einigen Orten zum Bauen verwendet, ruht eine mindestens 8 Fuss mächtige Schicht eines schwarzen Mergelschiefers, die Begräbnissstätte von Millionen vorweltlicher Thiere, in Folge deren Zerstörung die Schieferschicht wie mit Oel getränkt ist. Die Natur selbst hat Fingerzeige gegeben, diesen Schatz zu heben, indem zur Zeit Eberhard III. (1628 — 1674) durch Fahrlässigkeit in einer Schiefergrube Feuer entstand, das erst nach sechs Jahren erlosch.

sonst theilweise unter reichlichem Absatz von Kohle zersetzt werden würden, und bieten den im Theer enthaltenen flüssigen Kohlenwasserstoffen Gelegenheit dar, sich zu mischen und den leuchtenden Bestandtheilen des Gases bleibend beizugesellen. Das White'sche Verfahren oder der Hydrocarbonprocess liefert bei Steinkohlen je nach deren Beschaffenheit eine um 46 — 290 pCt. höhere Gasausbeute, eine um 14 — 108 pCt. vermehrte Leuchtkraft und eine verminderte Ausbeute an Theer. Es lässt sich ferner in jeder Gasanstalt ohne besondere Umstände und Kosten einführen.

Wasserstoffgas als Leuchtmaterial.

Es sind in der neueren Zeit vielfache Versuche über die Anwendbarkeit des Wasserstoffgases zur Beleuchtung gemacht worden. Gillard schlug z. B. vor, Wasserstoffgas durch Zersetzen von Wasserdampf vermittelst Hindurchleiten durch eine Retorte mit glühenden Kohlen darzustellen, dieses Gas (aus Wasserstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd bestehend) in dem geeigneten Verhältnisse mit atmosphärischer Luft zu mischen, und in die Flamme einen Cylinder von feinem Platindraht einzusetzen, der durch sein Erglühen Licht entwickelt. — Wenn es gelingen sollte, Wasserstoffgas auf wohlfeile Weise durch Elektrolyse des Wassers, herzustellen, so wäre allerdings ein bedeutender Fortschritt in Bezug auf die Darstellung eines normalen Leuchtmaterials geschehen. Indem man nämlich Wasserstoffgas durch gewisse flüssige Kohlenwasserstoffe wie Naphta (aus Petroleum destillirt), Photogen, sogenanntes Benzol u. dergl. strömen lässt, wird es leuchtend. Durch letzteres Verfahren erhöht man auch zuweilen die Leuchtkraft des gewöhnlichen Leuchtgases; man nennt dieses Verfahren das Carbonisiren oder Carburiren.

Leuchtkraft des Gases.

Was nun die Beziehung der Leuchtkraft eines Gases zu seiner Zusammensetzung anbelangt, so hat man bisher meistens angenommen, dass man die Leuchtkraft eines Gases besonders dem ölbildenden Gase und dem Grubengase zuschreiben müsse, indem man das Kohlenoxydgas und den Wasserstoff als nutzlos ansah. Der englische Chemiker Frankland hat aber gezeigt, dass auch das Grubengas aller Leuchtkraft entbehrt, dass dagegen die nicht leuchtenden Gase einen entschiedenen Nutzen in der Gasbeleuchtung haben. Untersucht man zunächst alle Bestandtheile, die ein gereinigtes Leuchtgas hat, so findet man: Wasserstoff, Methylwasserstoff, Acetylen, Kohlenoxydgas, ölbildendes Gas und andere Kohlenwasserstoffe von derselben Zusammensetzung wie das ölbildende Gas, so wie die Dämpfe von flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen, deren Kohlenstoffgehalt das Doppelte von dem des ölbildenden Gases beträgt. Von den geringen Mengen Sauerstoff, Stickstoff, Schwefelkohlenstoff etc. kann man absehen. Demnach lassen sich die Bestandtheile des Leuchtgases (vergl. Seite 651) in zwei Klassen theilen:

1) Leuchtende Gase Acetylen C_4H_2, ölbildendes Gas oder Elayl C_4H_4, Trityl C_6H_6, Ditetryl C_8H_8; Dämpfe von Benzol $C_{12}H_6$, Naphtalin $C_{20}H_8$, Propyl C_6H_7 und Butyl C_8H_9.

2) Nicht leuchtende Gase: Wasserstoffgas, Methylwasserstoff, Kohlenoxyd.

Die zweite Klasse hat keinen directen Einfluss auf die Leuchtkraft der Flamme, ist aber als Verdünnungsmittel der ersten Klasse unentbehrlich, weil die in dieselbe gehörenden Gase zum Theil ohne solche Verdünnung mit Russ und Rauch brennen und so an Leuchtkraft einbüssen. Es kommt daher sehr auf ein möglichst richtiges Mischen von beiderlei Gasen an, wenn man darnach strebt, das zweckmässigste Leuchtgas zu erhalten. Man hat durch Versuche ermittelt, dass das nicht leuchtende Gas so viel als möglich in Wasserstoff und so wenig wie möglich in Kohlenoxyd und Grubengas bestehen muss.

Die Aufsammlung und Vertheilung des Gases.

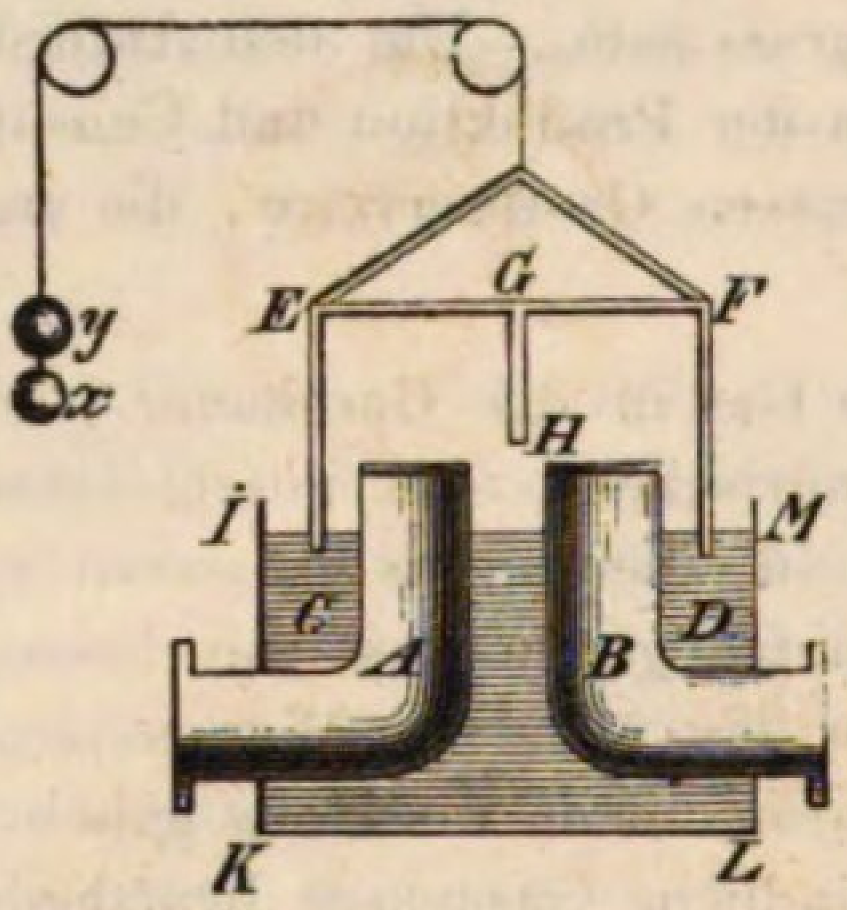
Die Erzeugung des Gases geht nicht mit der Consumtion Hand in Hand, da gewöhnlich das Gas nicht nur zu verschiedenen Stunden, sondern auch in ganz anderer Quantität verbraucht wird, als es die Retorten in derselben Zeit liefern. Der Druck endlich, unter welchem das Gas aus den Retorten strömt, würde für eine Gasflamme ungleich und zu gross sein. Um den Anforderungen zu genügen, muss eine Ausgleichung zwischen der Produktion und Consumtion stattfinden. Zu diesem Zwecke dienen die grossen Gasreservoire, die man Gasbehälter oder Gasometer nennt.

Mittelst des Rohres *S* führt man das gereinigte Gas in den Gasometer (siehe Fig. 236). Ein Gasometer besteht aus einem cylindrischen, oben geschlossenen Kasten aus Eisenblech, der mit seinem oberen Ende in einen etwas grösseren mit Wasser gefüllten Behälter taucht. Er ist zum Schutze gegen Rost mit heissem Steinkohlentheer angestrichen. Das Rohr *S*, welches bis über den Wasserspiegel reicht, führt das Gas zu; durch dasselbe wird der Gasometer in die Höhe gehoben, so dass man aus der Stellung desselben die darin befindliche Gasmenge beurtheilen kann. Durch *S'* wird das Gas an den Ort seiner Bestimmung geleitet. Der Gasometer oder der Gasbehälter wird aus Eisenblech gefertigt und sinkt deshalb im Wasser nicht unter, wenn er mit Gas gefüllt ist, das Gewicht des Gasometers aber drückt auf dieses Gas und erhält es unter einem gewissen Drucke. Meistens bringt man über dem Gasbehälter ein Dach an, um ihn vor den Einflüssen der Witterung zu sichern. Während des Winters sucht man durch heisse Dämpfe das Einfrieren des Wassers zu verhindern. Der Gasbehälter hängt zuweilen an einer Kette, welche über zwei Räder geht und an deren anderem Ende Gewichte aufgehängt sind. Wenn die Gasentwickelung anfängt, so verschliesst man den Hahn des Zuleitungsrohres *S* und öffnet den auf der anderen Seite befindlichen; der Gasbehälter steht alsdann ganz tief auf dem Boden des Apparates. In dem Verhältnisse nun, als sich Gas entwickelt, steigt der Gasometer in die Höhe, auf der anderen Seite wickelt sich die Kette ab und verhindert dadurch, dass das Gas in dem Gasometer comprimirt werde, da sie dem Gewichte, um welches der Gasbehälter beim Heraussteigen aus der Flüssigkeit leichter wird, so ziemlich das Gleichgewicht hält. Ausserdem regulirt man durch Gewichte den Druck noch genauer. Ist der Gasometer mit der hinlänglichen Menge Gas angefüllt, so verschliesst man den vorher geöffneten Hahn und nimmt so viel von den an der Kette hängenden Gewichten hinweg, dass das Gas durch die Schwere des Gasometers sich in gedrücktem Zustande befindet. Falls das Gewicht des Gasometers zu gering sein sollte, erhöht man dasselbe durch aufgelegte Gewichte. Der Druck auf das Gas wird dadurch regulirt, dass das Wasser ausserhalb weit höher als innerhalb steht. Wenn man den Hahn des Ableitungsrohres *S'* öffnet, so strömt das Gas an die Orte hin, an welchen es benutzt werden soll. Wo es darauf ankommt, Gas in einem Gasometer auf einer möglichst geringen Bodenfläche unterzubringen, benutzt man die von Tait construirten teleskopischen Gasometer, die aus zwei Kasten oder Trommeln bestehen, welche in einander bewegt werden können.

Die Hauptleitungsröhren sind meistens von Eisen und von verschiedenem Durchmesser. Man rechnet, dass bei 1 Zoll Wasserdruck eine Röhre von 6 Zoll Durchmesser 6000 Kubikfuss Gas per Stunde fortleitet. Von den Hauptröhren führen dann in die Häuser einzelne Röhren von Blei von 2 — 6 Zoll Durchmesser, von denen dünnere Röhren zu den einzelnen Brennern abgehen. Bei dem Zusammenfügen der einzelnen Röhrenstücke ist hauptsächlich darauf zu achten, dass die Theile luftdicht mit einander verbunden sind, und doch Spielraum genug haben, damit durch Temperaturwechsel dieser Verschluss nicht undicht werde. Um den Einfluss der Temperatur möglichst gering zu machen, legt man die Leitung einige Fuss tief unter die Erde.

Um das Gas von einer Haupt- oder Nebenverzweigung absperren zu können, bedient man sich gewöhnlich hydraulischer Ventile (Fig. 238). Der dabei angewendete Apparat besteht aus einem eisernen mit Wasser angefüllten Gefässe *IKLM*. Das Rohr *A* communicirt direct mit dem Gasometer, und das Rohr *B* mit dem Hauptrohr des Leitungssystemes; über beiden Röhren befindet sich die Trommel *CEFD*, welche durch Gewichte *x* und *y* balancirt wird. Hängt man das Gewicht *y* aus, so senkt sich die Trommel so weit, dass die Scheidewand *H* unter das Niveau des Wassers taucht. Ist dies der Fall, so ist die Communication zwischen *A* und *B* unterbrochen.

Fig. 238.



Von der Vertheilung des Gases *durch Röhrenleitungen* ist ganz verschieden die Vertheilung des Gases *durch Transport*, bei welcher die Vertheilung innerhalb der Häuser dieselbe bleibt und nur die Hauptleitung durch Röhren umgangen ist. Diese Methode der Vertheilung ist zuerst in Rheims eingeführt worden, und hat sich von da nach Paris, Rouen, Amiens etc. verbreitet. Hierbei findet zwischen den Gasometern der Gasfabrik und der Consumtionsorte keine directe Verbindung statt. Es befindet sich vielmehr in jedem Hause ein kleiner Gasometer aus Zinkblech, der in einem hölzernen, mit Wasser gefülltem Bottich steht. In diese Gasometer wird das Gas auf Wagen in eine gasdichte Hülle eingeschlossen, transportirt. Diese Methode der Vertheilung des Gases lässt sich nur zur Beleuchtung der Häuser, nicht aber zur Strassenbeleuchtung anwenden, da das in den Leitungsröhren fortgeleitete Gas keinen Transport kostet. Ungünstig hat es sich erwiesen, Leuchtgas auf ein kleines Volumen zusammenzupressen und in comprimirtem Zustande zu versenden. Abgesehen von der Gefahr der Explosion eines solchen Apparates, hat sich herausgestellt, dass durch den hohen Druck flüssige Produkte gebildet werden, wodurch die Menge und die Qualität des Leuchtgases sich vermindert.

Um den Druck beim Ausströmen des Gases aus den Brennern zu reguliren, bedient man sich der Regulatoren oder Governors. Einer der am sinnreichsten construirten ist der von Samuel Clegg (Fig. 239). Wie aus der Zeichnung hervorgeht, ist die Gasleitung unterbrochen; die beiden Enden der Leitungsröhre münden unter die Glocke *B*, die unter Wasser abgesperrt ist und durch Gegengewicht *A* auf dieselbe Weise aufgehängt ist, wie ein grosser Gasometer der Gasanstalten. Die das Gas zuführende Röhre ist mit einem an der Decke der Glocke befestigten, im Innern der Röhre sich bewegenden Kegel *C* versehen. Sobald der Druck des Gases sich vermindert, sinkt die Glocke *B* und mit ihr der Kegel *C*. Dadurch vergrössert sich die Oeffnung *d* und das Gas strömt in grösserer Quantität aus. Bei zunehmendem Drucke findet die Regulirung im umgekehrten Sinne statt.

Fig. 239.



Das Leuchtgas lässt man an dem Orte, an welchem es zur Beleuchtung dienen soll, entweder durch eine oder durch mehrere Oeffnungen ausströmen. Die Mündungen, durch die das Ausströmen geschieht, werden Brenner (*bec*) genannt. Sie sind gezogene Messingröhren und mit einem Aufsatz aus Eisen, Porcellan oder Speckstein (dem eigentlichen Brenner) versehen. An jedem Brenner befindet sich ein Hahn, um die Menge des zuströmenden Gases zu reguliren. Die Brenner sind entweder Loch- oder Schnittbrenner. Bildet der Brenner eine einfach senkrecht aufgebogene Röhre, in deren Ende eine gerade Oeffnung gebohrt ist, so entsteht der Einlochbrenner oder der einfache Strahl (Fig. 240 *B*). Bei

dem **Fischschwanzbrenner** (schottischen Brenner, Kerzenbrenner, Manchesterbrenner) (Fig. 240 *A*) befinden sich zwei runde, unter einem Winkel von 45° ge-

Fig. 240.

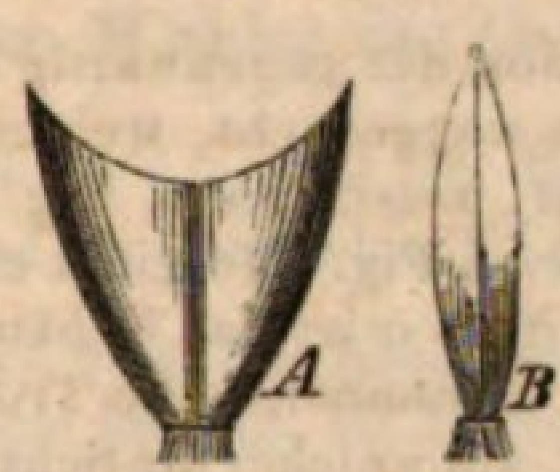
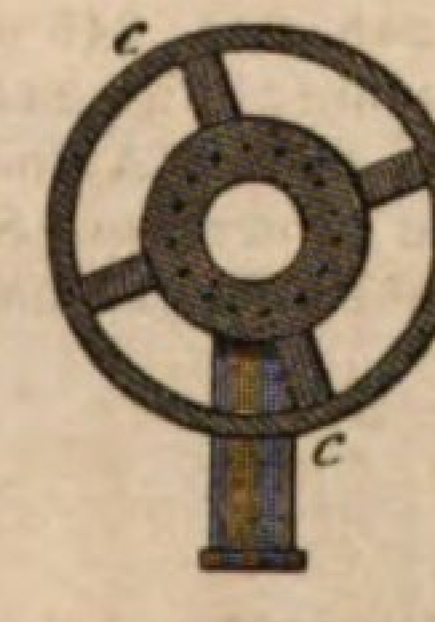


Fig. 241.



Fig. 242.



bohrte Oeffnungen; die beiden ursprünglich einfachen Strahlen treffen sich sogleich nach ihrem Austritt und bilden eine breite Flamme. Sind mehrere Oeffnungen vorhanden, so sind dieselben so gegen einander geneigt, dass die Flammen sich nicht vereinigen; man nennt eine solche aus mehreren einzelnen Strahlen bestehende Flamme eine **Hahnenspornflamme** und den Brenner einen **Dreilochbrenner**. Häufig bohrt man auch drei Löcher und vereinigt diese Löcher durch einen verticalen Schnitt, wodurch der **Fledermausflügel** (Schmetterlingsflügelbrenner, Schnitt- oder Strassenbrenner) (Fig. 241) entsteht. Diese Flamme findet zur Strassenbeleuchtung häufige Anwendung. Um stärkeres Licht zu erhalten, wendet man nach dem **Argand**'schen Princip construirte Brenner (Fig. 242) an, wobei das Gas aus einer Anzahl im Kreise stehenden freien Oeffnungen ausströmt, die Flamme erhält hierbei eine röhrenartige Form. Der äussere Ring *c* trägt den gläsernen Cylinder.

Zur Controle des Verbrauchs der Abnehmer dienen die **Gasuhren** oder **Compteurs**, die man eintheilt in *trockne* und *hydraulische* Gasuhren, je nachdem eine Absperrflüssigkeit da ist oder nicht. Die hydraulischen Gasuhren sind die gebräuchlichsten. Der wesentlichste Theil aller solcher Apparate ist ein Schaufelrad, d. h. eine aus vier Kammern gebildete Trommel, welche, um eine horizontale Axe beweglich, mit dem unteren Theil so tief in der Absperrflüssigkeit steht, dass nur etwa $^1/_3$ herausragt. Die Trommel ist nebst der Absperrflüssigkeit in einem cylin-

Fig. 243.

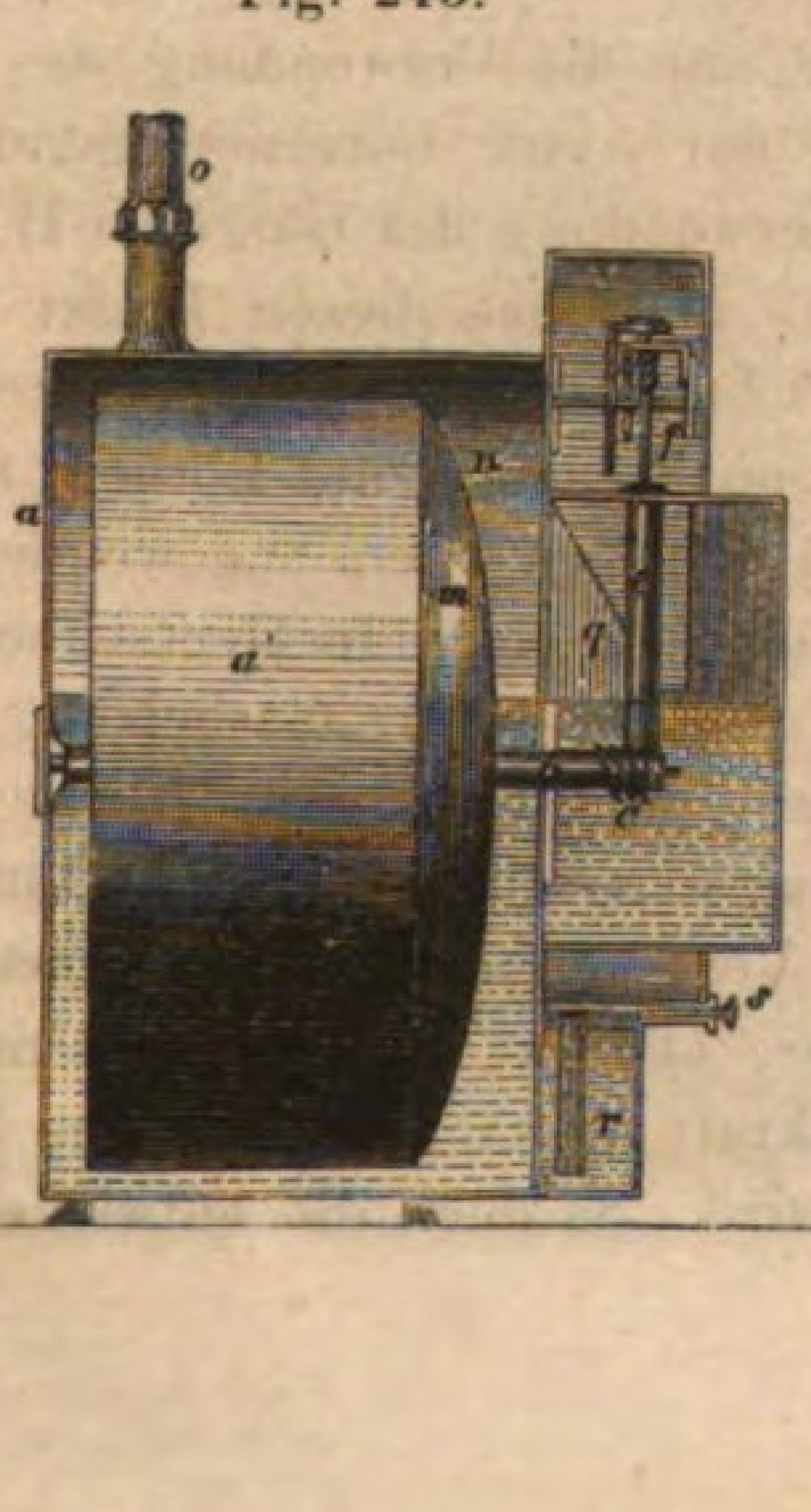
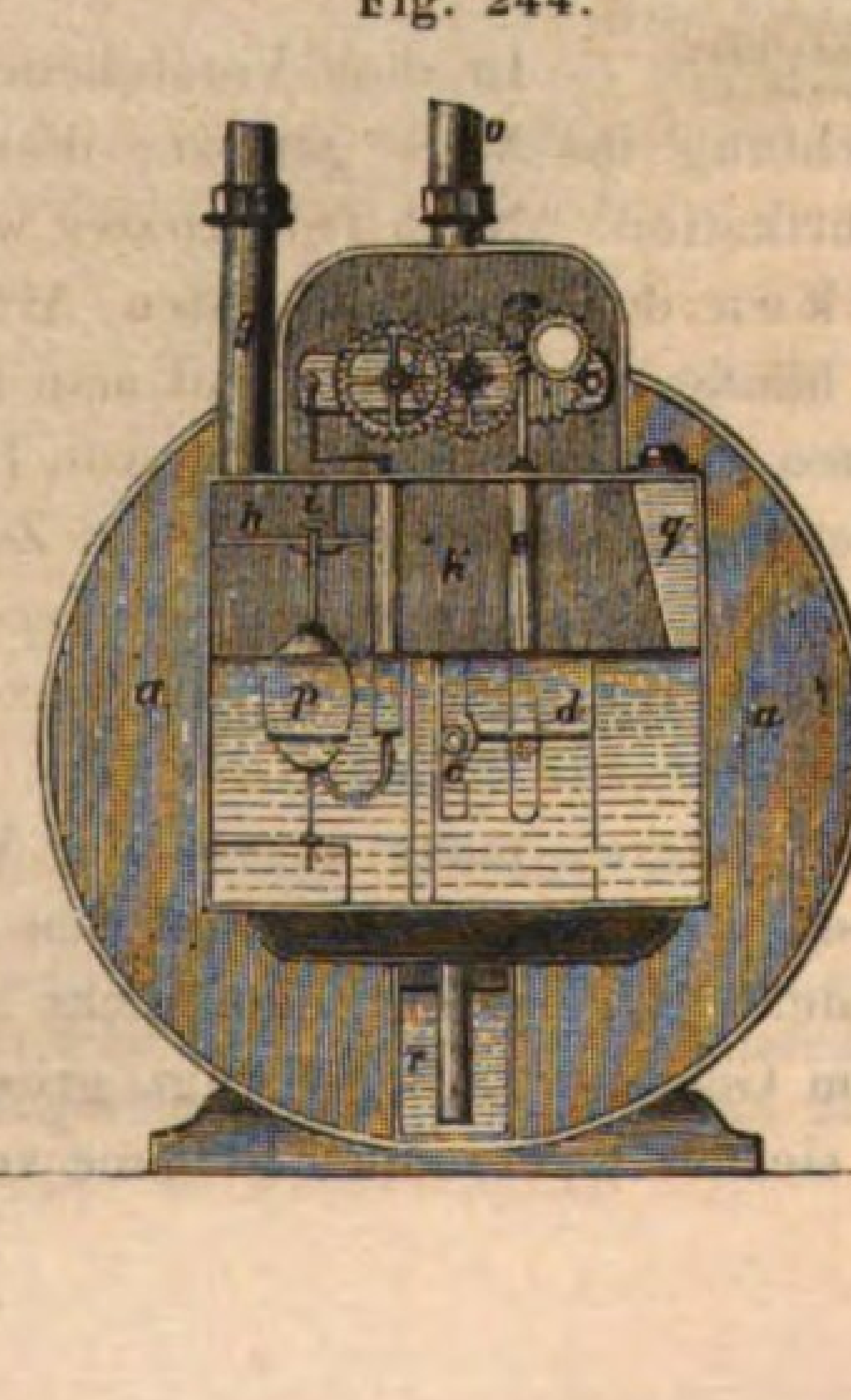


Fig. 244.



drischen Gehäuse enthalten und dreht sich in Folge des Einströmens des Gases um ihre Axe. Die Anzahl der Drehungen giebt ein Zeigerwerk an und da eine jede Drehung durch succesive Füllung vor sich geht, so zeigt das Zeigerwerk zugleich die Menge des durchgegangenen Gases an.

Fig. 243, 244, 245 und 246 verdeutlichen die Construktion der gegenwärtig allgemein üblichen Gasuhr. Fig. 244 giebt den Apparat, die Deckplatte weggedacht, welche den vorderen Raum, der zur Aufnahme der Regulirvorrichtungen dient, verschliesst, Fig. 243 zeigt den Apparat in der *einen* Seitenansicht, Fig. 245 in der *andern*, Fig. 246 giebt einen horizontalen, über der Trommelaxe angenommenen Durchschnitt. *a* ist das Gehäuse, *a'* die Trommel, *b* die Trommelaxe, auf welcher die Schraube ohne Ende *c* befestigt ist, die in das Rad *d* eingreift und die Anzahl der Umdrehungen der Trommel durch die Welle *e* auf das Uhrenwerk *f* überträgt. Durch *g* tritt das Gas in den Kasten *h*, gelangt durch das Ventil *i* in den Raum *k*, durch das gebogene Rohr *l* in den vordern Raum *m* der Trommel und aus diesem in die Trommelfächer. Das aus letzteren kommende Gas sammelt sich in dem Raum *n* an und geht durch das Rohr *o* in die Privatröhrenleitung über. *i* ist das Schwimmventil, *p* der Schwimmer, *q* das Wasserfüllrohr, *r* der Wasserkasten für überflüssiges Wasser und *s* die Schraube zum Ablassen desselben. Der Wasserstand muss behufs der richtigen Messung des Gases stets ein normaler sein. Das Uhrwerk hat eine decimale Uebersetzung, in der Art, dass das erste Zifferblatt je 1, das zweite je 10, das dritte je 100 Kubikfuss u. s. w. Gas registrirt, und daher nur die durch die Zeiger bezeichneten Zahlen hintereinander auszusprechen sind, um die Totalmenge des durch die Gasuhr geströmten Gases zu bezeichnen. Geben die Zeiger z. B. die Zahlen 5, 3, 5, 2 und 8 an, so sind 53,528 Kubikfuss Gas durch den Apparat gegangen.

Fig. 245.

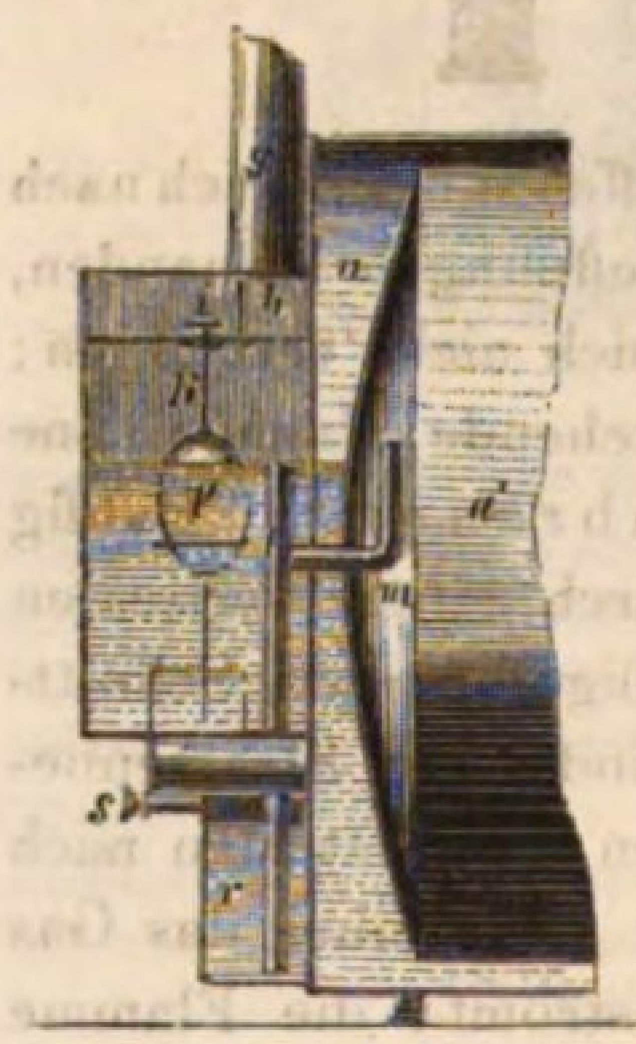
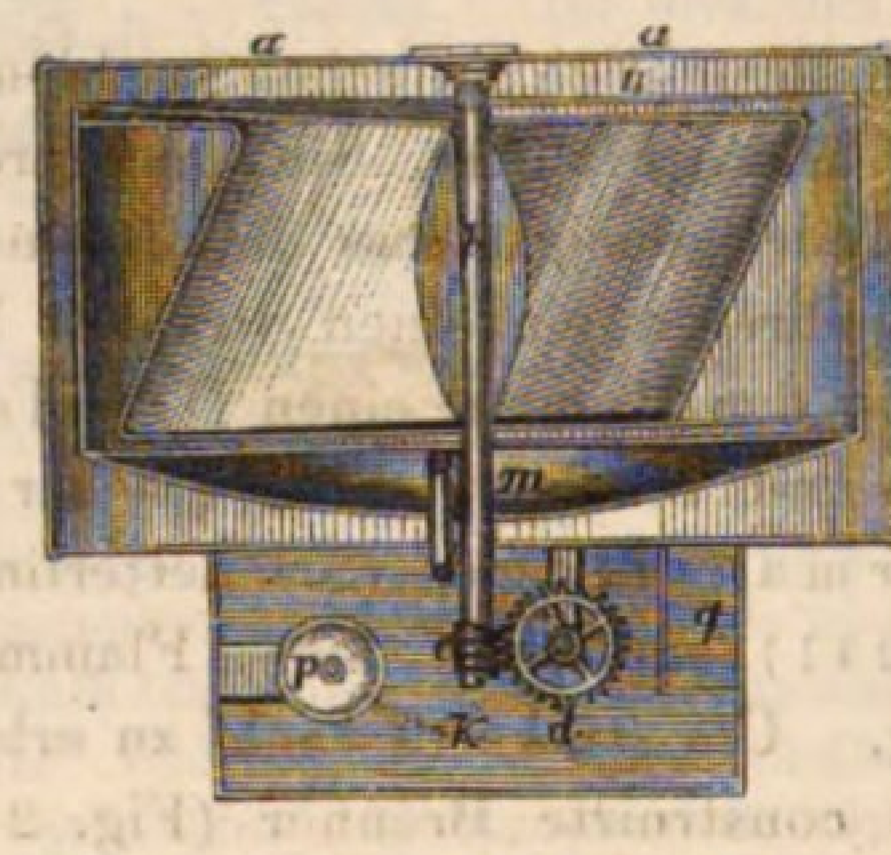


Fig. 246.



Es ist zu berücksichtigen, dass das Volumen des Gases von der Temperatur abhängig ist und demnach gleiche Volumina Leuchtgas im Winter und Sommer nicht gleichwerthig sind. 1000 Kubikfuss Gas von 0° entsprechen 1073 Kubikfuss bei + 20° und 963 Kubikfuss bei — 10°.

Allgemeines über Gasfabrikation.

In dem Vorstehenden wurde nur die Verwendung des Gases zur Beleuchtung ins Auge gefasst; dies ist aber nur e i n e nutzenbringende Seite der Gasfabrikation. Noch fruchtbarer wird die Verwendung des Gases zu H e i z u n g s - z w e c k e n der verschiedensten Art werden. Man hat diesen Punkt in England schon häufig ausgebeutet, und man findet dort bereits vielfache Apparate verbreitet, in denen das Gas zur Heizung von Räumen, zum Kochen, zum Löthen, zum Sengen der Zeuge und zu vielen anderen Zwecken in den Gewerben angewendet wird, wo es sich um grössere oder geringere Erhitzung handelt. In Deutschland wendete namentlich E l s n e r in Berlin einzelnen Vorrichtungen für Gasheizung seine Aufmerksamkeit zu. Damit das Gas nicht russe, sondern eine reinliche und heisse Flamme liefere, muss es vor der Verbrennung mit atmosphärischer Luft gemischt werden, damit der Kohlenstoff den zu seiner Verbrennung erforderlichen Sauerstoff vorfinde. Es entsteht eine nicht leuchtende, aber auch nicht russende Flamme. Warum Gas mit Luft gemengt grössere Heizkraft besitzt, als dieselbe Menge Gas, wenn sie mit leuchtender Flamme verbrannt wird, da doch die entwickelte Wärme-

menge in beiden Fällen ganz gleich sein muss, geht aus Folgendem hervor: Leuchtende Flammen geben einen grossen Theil ihrer Wärme durch Strahlung ab, der fast unbenutzt verloren geht, während die nämliche Wärmemenge, bei nicht leuchtender Flamme entwickelt, den Verbrennungsprodukten verbleibt, um sich als geleitete Wärme den Wänden des Gefässes mitzutheilen.

Siderallicht. An die Beleuchtungsmittel schliesst sich an das Siderallicht und das elektrische Licht.

Wenn man das Knallgas, das aus zwei Volumen Wasserstoffgas und einem Volumen Sauerstoffgas besteht, im Augenblicke des Zusammenströmens anzündet und das Fortbrennen durch Nachströmen der getrennten Gase aus zwei verschiedenen Gasometern unterhält, so hat man den unter dem Namen Knallgasgebläse bekannten Apparat, dessen Flamme eine solche Hitze erzeugt, dass vermittelst derselben Platin mit Leichtigkeit geschmolzen werden kann. Die Flamme dieses Gasgemenges ist nur wenig leuchtend, lässt man aber die Flamme gegen ein Stückchen Kalkstein brennen, so verbreitet der Kalkstein ein Licht, dessen Glanz das Auge kaum zu ertragen vermag. Die Idee, eine solche Flamme zur Beleuchtung von Städten anzuwenden, erwies sich als unausführbar, ebenso verhinderte der hohe Preis der Darstellung des Sauerstoffs bis auf die neueste Zeit die Einführung dieses Lichtes als Signal auf Leuchtthürmen, dagegen benutzt man es häufig bei öffentlichen Darstellungen von Nebelbildern, von mikroskopischen Objekten, Chromatropen u. s. w. Man nennt dieses Licht Siderallicht, Kalklicht oder Drummond's Licht.

Elektrisches oder Kohlenlicht. Das elektrische oder das Kohlenlicht hat zwar noch keine allgemeine Anwendung gefunden, verdient aber in jeder Beziehung beachtet zu werden. Es ist bekannt, dass sich starke Licht- und Wärmeentwickelung zeigt, wenn man die Entladung einer galvanischen Batterie durch aneinander gestellte Kohlenstücke gehen lässt. Es werden dabei die Spitzen erhitzt und leuchten mit blendend weissem Lichte. Ist der Strom im Gange, so kann man die Kohlenspitzen von einander entfernen, und indem die glühenden Kohlentheilchen von dem einen Stabe zu dem anderen überspringen, erhält man die herrliche Erscheinung eines Lichtbogens. In der neueren Zeit machte Jacobi in Petersburg, in Verbindung mit Argeraud aus Paris, höchst interessante Versuche mit der elektrischen oder galvanischen Strassenbeleuchtung. Von dem Admiralitätsthurme aus wurden die drei grössten Strassen Petersburgs, Newsky Prospect, Erbsenstrasse und Wosnesensky Prospect Abends 7 — 10 Uhr beleuchtet. Das Licht selbst war so hell, dass es die Augen kaum einige Secunden lang vertragen konnten; trotzdem, dass ganz reine Luft und sternenhelle Nacht war, sah man seitwärts stehend in der Luft von dem Lichte die Strahlen ausgehen, gerade so als wenn Sonnenlicht durch ein kleines Loch in eine finstere Kammer fällt. Das Licht der Gaslaternen erschien roth und russig. Die Batterie, welche den Strom lieferte, war eine Kohlenbatterie von 185 Elementen. — Dasselbe Kohlenlicht findet gegenwärtig bereits in Frankreich und England ausgedehnte Anwendung zur Beleuchtung, so wurden unter Anderem im Jahre 1854 die Napoleon-Docks in Rouen monatelang jeden Abend 3—4 Stunden lang beleuchtet, bei welcher Beleuchtung 800 Arbeiter in mehr als 100 Meter Entfernung von dem Lichte arbeiteten. Die dabei benutzten Apparate bestanden in 100 Bunsen'schen Elementen grossen Formates. Die Kosten für einen Abend betrugen:

Für die Bedienung des Apparates	9,0	Francs
Quecksilber	10,0	„
Zink	9,0	„
Kohlestäbchen	2,8	„
Salpetersäure	3,6	„
Schwefelsäure	3,68	„
	38,08	Francs.

Die Kosten des Lichtes beliefen sich hiernach auf $4^3/_4$ Centimes für einen Arbeiter. Das Licht kam also sehr wohlfeil zu stehen, während andererseits die Arbeit ohne alle Gefahr und mit einer Regelmässigkeit stattfand, wie sie mit keiner anderen Beleuchtungsart zu erreichen ist. In neuerer Zeit benutzt man die elektrische Beleuchtung bei der Beleuchtung der Leuchtthürme, bei Illuminationen, zur Beleuchtung öffentlicher Gärten in Paris, London, Wien und anderen grossen Städten.

Vergleich der Leuchtmaterialien unter einander.

Leuchtmaterial.	Lichtstärke	Verbrauch an Leuchtmaterial in der Stunde	Leuchtkraft der Carcellampe = 100	Preis von 100 Gr. Leuchtmaterial in Kreuzern	Die Stunde kostet in Kreuzern	Bei gleicher Lichtstärke kostet das Leuchtmaterial
Talgkerzen (6er)	10,66	8,5	54,04	4,4	0,374	3,509
Paraffinkerzen (6er)	16,50	10,1	63,2	10,25	0,93	7,00
Wachskerzen (6er)	14,60	9,6	61,57	14,4	1,382	9,466
Stearinkerzen (5er)	14,40	9,3	66,58	9,6	0,893	6,200
Küchenlampe	6,65	8,0	33,60		0,294	3,740
Astrallampe	31,00	26,7	48,70		0,830	2,679
Sinumbralampe	56,00	37,1	63,0	3,11	1,154	2,061
Flaschenlampe	90,00	43,0	87,8		1,337	1,485
Hydrostatische Lampe	45,00	17,26	109,2		0,537	1,193
Carcellampe	100,00	42,0	100,0		1,306	1,306
Dampflampe	130,70	151,0	36,2	4	6,040	4,621
Solaröllampe	145,3	39,2	105	—	—	—
Petroleumlampe	138,2	40,5	108	—	—	—
Steinkohlengas	127,0	Kubikf. 8,70		20 pr. 100 Kubikfuss	1,74	1,37

In dieser Tabelle ist der Preis für 1 Pfund Oel auf 15½ Kreuzer, Talgkerzen auf 22 kr., Wachskerzen 1 fl. 12 kr., Stearinkerzen 48 kr., Leuchtspiritus zu 31 kr., für 100 Kubikfuss Steinkohlengas 20 kr. festgesetzt worden.

Die Heizung.

Brennmaterialien.

Allgemeines über Brennmaterialien.

Unter Brennmaterialien (Brennstoffen) versteht man diejenigen brennbaren Körper, welche zu gewerblichen und ökonomischen Zwecken zur Hervorbringung von Wärme Anwendung finden. Es gehören zu den Brennstoffen Holz, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Bogheadkohle, Holzkohle, Torfkohle, verkohlte Braunkohle, Koks und brennbare Gase (Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe). Mit Ausnahme der als Brennmaterial Anwendung findenden Gase sind alle Brennstoffe, was ihren Ursprung betrifft, mit einander nahe verwandt, indem sie theils aus Cellulose oder Holzfaser bestehen, theils daraus entstanden sind.

Die natürlichen, d. h. unverkohlten Brennstoffe (Holz, Torf, Braun- und Steinkohle) bestehen wesentlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die Steinkohle auch noch aus geringen Mengen von Stickstoff und gewissen mineralischen Bestandtheilen (Schwefel, Phosphor, Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, alkalischen Erden und Alkalien), welche mit Ausnahme des Schwefels und Phosphors beim Verbrennen der Brennstoffe als Asche zurückbleiben. Von allen den im Vorstehenden aufgeführten Körpern sind nur zwei, nämlich der Kohlenstoff und Wasserstoff brennbar; diese beiden Stoffe allein bedingen den Werth der Brennstoffe. Bei vollständiger Verbrennung liefern alle Brennmaterialien nur Wasser und Kohlensäure, unter Hinterlassung der unorganischen Bestandtheile. In der Asche von

vegetabilischen Brennstoffen herrscht im Allgemeinen der kohlensaure Kalk, in der von mineralischen der Thon vor.

Hinsichtlich der Wirkung, welche die Brennmaterialien während des Verbrennens äussern, ist zu unterscheiden

a) die Brennbarkeit,
b) die Flammbarkeit, und
c) der Wärmeeffect.

Brennbarkeit. Unter Brennbarkeit der Brennmaterialien versteht man die grössere oder geringere Leichtigkeit, mit der dieselben entzündet werden können und sodann zu verbrennen fortfahren. Sie ist abhängig von der Beschaffenheit und der Zusammensetzung des Brennstoffes. Ein poröses, weniger dichtes Brennmaterial ist leichter brennbar, als ein weniger poröses. Was den Zusammenhang der Brennbarkeit mit der Zusammensetzung betrifft, so hat sich herausgestellt, dass ein Brennstoff um so leichter brennbar ist, je mehr er Wasserstoff enthält.

Flammbarkeit. Mit dem Namen Flammbarkeit bezeichnet man die Eigenschaft gewisser Brennstoffe, mit Flamme zu verbrennen. Da letztere nur durch brennende Gase gebildet wird, so ist es einleuchtend, dass die wasserstoffreichsten Brennstoffe auch die flammbarsten sein müssen. Brennmaterialien, welche wie die Holzkohlen und Koks durch Verkohlung entstanden sind, können daher keine andere Flamme beim Verbrennen bilden, als bei unvollständiger Verbrennung die Kohlenoxydflamme, welche hier nicht in Betracht kommt.

Wärmeeffect. Die bei vollständiger Verbrennung eines Brennstoffs entwickelte Wärme lässt sich in zweierlei Hinsicht messen:

1) auf die Quantität der Wärme,
2) auf den Temperaturgrad (Intensität der Wärme).

Misst man die Wärme nur ihrer Quantität nach, so erhält man die Brennkraft (specifischer oder absoluter Wärmeeffect); bestimmt man den Grad der Wärme, so wird die Heizkraft (pyrometrischer Wärmeeffect) ermittelt. Brennkraft und Heizkraft zusammengenommen, geben den Brennwerth eines Brennmaterials. Wird die Brennkraft auf den Preis des Brennstoffes bezogen, so erhält man dessen Brennwerth, welcher selbstverständlich nur für den Consumtionsort maassgebend ist.

Ermittelung der Brennkraft. Ermittelung der Brennkraft oder der Wärmemenge eines Brennstoffes. Da für die Wärme kein bestimmtes Maass vorhanden ist, so muss man sich damit begnügen, die relativen Wärmemengen zu ermitteln, mit anderen Worten, anzugeben, um wieviel die aus einem Brennstoff entwickelte Wärmemenge die aus einem anderen übertrifft. Führt man die erzielten Resultate auf ein bestimmtes Volumen der Brennstoffe zurück, so findet man den specifischen Wärmeeffect, bezieht man sie dagegen auf ein bestimmtes Gewicht, den absoluten Wärmeeffect.

Die Verbrennungswärmen der verschiedenen Körper sind folgende:

Wasserstoff	giebt	34462	Wärmeeinheiten
Kohlenstoff	„	8080	„
Kohlenoxyd	„	2403	„
Sumpfgas	„	13063	„
Elaylgas	„	11857	„
Aether	„	9027	„
Alkohol	„	7183	„
Terpentinöl	„	10852	„
Wachs	„	10496	„

Man bestimmt den absoluten Wärmeeffect nach den Methoden von Karmarsch, Berthier oder durch die Elementaranalyse.

Verdampfungsprobe nach Karmarsch. Nach der Methode von Karmarsch wird diejenige Wassermenge ermittelt, welche von einem Pfunde verschiedener Brennstoffe in Dampf übergeführt wird. Nach Regnault's Formel sind 652 W.-E. (= Wärmeeinheiten) erforderlich, um 1 Kilogr. Wasser von 0° in Dampf von 150° zu verwandeln. Es können daher verdampfen

$$1 \text{ Kilogr. Kohlenstoff } \left(\frac{8080}{652}\right) = 12{,}4 \text{ Kilogr. Wasser}$$

$$1 \text{ „ Wasserstoff } \left(\frac{34462}{652}\right) = 52{,}9 \text{ „ „}$$

Beispiele:	Rothbuchenholz gab mir	3,78	Kilogr. Dampf,
	Cannelkohle „ „	7,74	„ „
	Zwickauer Pechkohle gab mir	7,22	„ „
	Ruhrer Russkohle „ „	6,80	„ „
	Presstorf aus Südbayern gab mir	6,34	„ „

Reductionsprobe nach Berthier. Methode von Berthier. Nach dem Welter'schen Gesetze (welches indessen nicht durch die Erfahrung bestätigt wird, da neuere Untersuchungen grosse Abweichungen von diesem Gesetze, namentlich in Bezug auf den Wasserstoff nachgewiesen haben) stehen die aus verschiedenen Brennmaterialien entwickelten Wärmemengen unter sich in demselben Verhältnisse, wie die Sauerstoffmengen. Die Richtigkeit dieses Gesetzes angenommen, ist es leicht, wenn die Zusammensetzung eines Brennmaterials bekannt ist, seinen absoluten Wärmeeffect zu berechnen. Man ermittelt nämlich, wie viel es Sauerstoff, mit Berücksichtigung seines eignen Gehaltes davon, aufnehmen würde, um seinen Kohlenstoff völlig in Kohlensäure und seinen Wasserstoff in Wasser zu verwandeln. Hierauf vergleicht man diese Menge mit der, welche ein anderes Brennmaterial, dessen Heizkraft bekannt ist, z. B. Kohle, erfordert. Geht man von diesen Grundsätzen aus, so ist es klar, dass die Brennkraft eines Brennmaterials, ohne seine Zusammensetzung zu kennen, leicht zu erfahren ist, wenn man das Gewicht des bei dem Verbrennen absorbirten Sauerstoffs bestimmen kann. Praktische Erfahrungen und Berechnungen haben gezeigt, dass das Berthier'sche Verfahren vermöge eines constanten Fehlers um etwa $^1/_9$ hinter der Wahrheit zurückbleibt.

Die Ausführung der Methode ist folgende: Man verwandelt das Brennmaterial in das feinste Pulver und mengt 1 Gramm davon mit einer etwas grösseren Menge reiner Bleiglätte, als es reduciren kann, also mit mindestens 20 und höchstens mit 40 Grammen derselben. Das Gemenge wird in einen irdenen Tiegel gebracht und mit 20—40 Grammen Bleiglätte bedeckt. Der Tiegel wird mit einem Deckel bedeckt und durch Kohlenfeuer allmälig erhitzt. Die Masse wird weich, kocht und bläht sich zuweilen auf. Ist sie völlig geschmolzen, so giebt man etwa zehn Minuten ein kräftiges Feuer, damit das Blei sich zu einer Masse vereinige. Hierauf wird der Tiegel aus dem Feuer genommen, nach dem Erkalten zerbrochen und der Bleiregulus gewogen. Er hängt gewöhnlich weder an dem Tiegel, noch an der Schlacke an und löst sich mit einem Hammerschlage leicht ab. Die Versuche müssen 2 bis 3 Mal wiederholt werden und die Resultate dürfen nicht über 0,1—0,2 Gramm von einander abweichen. G. Forchhammer wendet anstatt des reinen Bleioxydes eine Mischung von 3 Th. Bleiglätte und 1 Th. Chlorblei (mithin ein Bleioxychlorid) an, welche man vorher in einem irdenen Tiegel schmilzt und nach dem Erkalten pulvert. Reine Holzkohle giebt mit Bleiglätte oder mit Bleioxychlorid erhitzt das 34fache ihres Gewichtes und Wasserstoff das 103,7fache seines Gewichtes an metallischem Blei, also etwas mehr als das 3fache der Kohle. Mittelst dieser gegebenen Werthe kann man den absoluten Wärmeeffect für ein Brennmaterial finden. Da man gegenwärtig annimmt, dass ein Theil Kohle die Temperatur von 8080 Th. Wasser um 1° zu erhöhen vermag, da ferner reine Kohle nach dem Verfahren von Berthier 34 Th. Blei giebt, so entspricht jeder durch ein Brennmaterial reducirte Gewichtstheil Blei

$$\left(\frac{8080}{34} = \right) 237{,}6 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Das Verfahren von Berthier eignet sich in Folge der nachgewiesenen Unhaltbarkeit des Welter'schen Gesetzes nur für Brennstoffe, welche nur eine sehr geringe Menge Wasserstoff enthalten. Für solche wasserstoffhaltige Brennmaterialien, welche sich schon bei einer unter der Rothglühhitze liegenden Temperatur zu zersetzen beginnen, ist es durch-

aus nicht anwendbar, da ein Theil der reducirenden Gase entweichen kann, ohne die entsprechende Menge von Blei abgeschieden zu haben.

Beispiel: 1 Gramm Presstorf gab mir 17,76 Grm. Blei, dies entspricht 4124,5 W.-E. (denn $237{,}6 \times 17{,}76 = 4124{,}5$) oder mit anderen Worten 1 Kilogr. Presstorf liefert 6,3 Kilogr. Wasserdampf von 150° (denn $\frac{4124{,}5}{652} = 6{,}3$).

Elementaranalyse. Die Elementaranalyse. Wenngleich durch neuere genaue Untersuchungen nachgewiesen worden ist, dass die beim Verbrennen der Brennstoffe entwickelte Wärme sich nicht genau verhalte wie die zum Verbrennen nöthige Sauerstoffmenge, dass die gleiche Quantität Sauerstoff unter verschiedenen Umständen verschiedene Wärmemengen erzeugen kann, so darf doch dreist angenommen werden, dass bei ähnlichen Brennstoffen aus der Zusammensetzung ein Resultat sich ziehen lassen wird, welches, wenn auch nicht absolut genau, doch für die Praxis hinreichende Anhaltepunkte giebt. Wenn es sich daher um Prüfung des relativen Werthes von gleichnamigen Brennmaterialien handelt, wendet man zweckmässig die Elementaranalyse an, nachdem zuvor durch einen besonderen Versuch die Aschenquantität der Brennstoffe ermittelt wurde.

Beispiel: 1 Gramm Presstorf gab mir bei der Elementaranalyse 0,4698 Grm. Kohlenstoff und 0,0143 Grm. Wasserstoff, mithin 4288,7 W.-E., denn

Kohlenstoff	0,4698. 8080 =	3795,9
Wasserstoff	0,0143. 34462 =	492,8
		4288,7 W.-E.

In dem Presstorf waren ferner vorhanden

$$\left.\begin{array}{l} 15{,}5 \text{ pCt. hygroskop. Wasser} \\ 31{,}78 \text{ „ chem. gebundenes „} \end{array}\right\} = 47{,}28 \text{ pCt HO}$$

wozu 255,3 W.-E. zum Verdampfen gehören, daher $4288{,}7 - 255{,}3 = 4033{,}4$ W.-E.

Die Verdampfungskraft des Presstorfes ist also

$$\frac{4033{,}4}{652} = 6{,}19 \text{ Kilogr.}$$

Probe von Strohmeyer. Nach der neuerdings (1861) von Strohmeyer vorgeschlagenen Probe verbrennt man den Brennstoff mittelst Kupferoxyd, behandelt den Rückstand mit Salzsäure und Eisenchlorid, wobei letzteres durch das entstandene metallische Kupfer theilweise in Eisenchlorür übergeht, dessen Menge man durch Titriren mit Chamäleon bestimmt. Dieses Verfahren ist wol genau, aber umständlich.

Specifischer Wärmeeffect. Unter dem specifischen Wärmeeffect versteht man diejenigen relativen Wärmemengen, welche gleich grosse Volumen der verschiedenen Brennmaterialien liefern. Man findet ihn aus dem absoluten Wärmeeffect, indem man denselben mit dem specifischen Gewichte des betreffenden Brennmaterials multiplicirt.

Pyrometrischer Wärmeeffect. Der pyrometrische Wärmeeffect eines Brennmaterials wird durch die Temperatur, welche bei der vollständigen Verbrennung desselben herrscht, ausgedrückt. Da keines der bekannten Pyrometer genügende Resultate giebt, um die Intensität der Wärme behufs der Ermittelung der Heizkraft in Thermometergraden wiedergeben zu können, so muss man sich vorläufig mit der annähernden Ermittelung des pyrometrischen Wärmeeffects durch Rechnung begnügen.

Der pyrometrische Wärmeeffect eines Brennmaterials ist gleich dem in Wärmeeinheiten angegebenen absoluten Wärmeeffecte desselben, dividirt durch die Summe der relativen Gewichtsmengen aller Verbrennungsprodukte seiner Bestandtheile, jede dieser Gewichtsmengen multiplicirt mit der entsprechenden specifischen Wärme. Der pyrometrische Wärmeeffect des Kohlenstoffes ist grösser, der des Wasserstoffs kleiner als der jedes anderen brennbaren Körpers. Die flammbaren Brennstoffe im Holz und in den Steinkohlen müssen mithin einen niedrigeren pyrometrischen Wärmeeffect besitzen, als die nicht flammbaren, verkohlten, und zwar einen um so

niedrigeren, je mehr sie sich in ihrer Zusammensetzung der reinen Kohle nähern, während bezüglich des absoluten Wärmeeffectes das Gegentheil stattfindet. Der Grund davon liegt darin, dass der beim Verbrennen von Wasserstoff sich bildende Wasserdampf fast viermal so viel Wärme aufnimmt, um bei einer gewissen Temperatur erhitzt zu werden, als Kohlensäure. Der Unterschied zwischen den pyrometrischen Effecten der Brennmaterialien ist bei der Verbrennung in Sauerstoff weit bedeutender als in der Luft.

Um dem theoretisch gefundenen pyrometrischen Wärmeeffect in der Praxis möglichst nahe zu kommen, hat man besonders darauf Betracht zu nehmen, allen Kohlenstoff zu Kohlensäure zu verbrennen, da bei der Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlenoxyd in der atmosphärischen Luft nur eine Temperatur von 1427° (bei 2480 Wärmeeinheiten), bei dessen Verbrennung zu Kohlensäure aber eine Temperatur von 2458° (bei 8080 Wärmeeinheiten) erzeugt wird, durch passende Vorbereitung des Brennstoffes (z. B. durch längeres Aufbewahren von Holzkohlen und Koks, durch Pressen des Torfes zur Vermehrung seiner Dichte, durch Darstellung dichteren Koks in Oefen, Vorwärmen des Brennmaterials etc.) durch Vorwärmung der Verbrennungsluft, durch Effectuirung der Verbrennung unter einem höhern Drucke als dem einer Atmosphäre.

Die Brennmaterialien im Besonderen.

Das Holz.

Holz. Das **Holz** besteht aus mehreren in ihrer Structur von einander unterscheidbaren Theilen, welche auf dem Querschnitt sich in folgender Weise darstellen: Die Axe (das **Mark**) besteht aus einem lockeren, ziemlich regelmässig gestalteten Gewebe von Parenchymzellen, welche an vielen Stellen als **Markstrahlen** sich strahlenförmig bis zur Rinde erstrecken. Rings um das Mark liegt das **Holz**, ein Aggregat seitlich verwachsener Gefässbündel, welche aus dem Holz- und den Gefässzellen bestehen. Um das Holz findet sich der **Bast** gelagert, zwischen Holz und Bast eine Lage äusserst dünnwandiger, mit einer trüben Flüssigkeit erfüllter Zellen, von welcher die weitere Entwickelung des Stammes ausgeht, indem die neu gebildeten Zellen theils nach Innen an die alten Holzzellen, theils nach Aussen an Bast und Rinde sich ablagern. Ueber dem Baste liegt nach Aussen eine Schicht Zellgewebe von eigenthümlicher Structur der Zellen, welche mit dem Bast vereinigt die **Rinde** ausmacht, welche im jungen Zustande noch mit der **Oberhaut** bedeckt ist. Die Markzellen zerreissen in der Regel beim späteren Wachsen der Pflanze, sterben ab und hinterlassen eine hohle Röhre. Die Holzzellen verdicken sich durch abgelagerte Cellulose; da dieses Wachsthum in die Dicke im Frühling sehr rasch beginnt, im Sommer und Herbst aber sich verlangsamt und zuletzt ganz erstirbt, so ist die Bildung von deutlich erkennbaren **Jahresringen**, die sich durch ihre härtere, dichtere, im Herbste abgelagerte Schicht scharf vom folgenden Jahrgange unterscheiden, leicht zu erklären. Die Holzzellen sind nie auf den Wänden so verdickt, dass sich nicht im Innern wenigstens eine Höhlung wahrnehmen liesse, und ihre Berührung untereinander nie so vollständig, dass man nicht zwischen ihnen die sogenannten Intercellulargänge wahrnehmen könnte, welche in der Regel nur mit Luft gefüllt sind, bisweilen sind sie auch die Behälter eigenthümlicher Säfte, z. B. von Harz, Gummi u. a.

In den Holz- und Gefässzellen hat sich während des Lebens der Pflanze die meiste Cellulose abgeschieden; sie erscheinen daher mit den dicksten Wänden und bilden das eigentliche Holz. Je dicker die Wände der Holzzellen einer Holzart sind und je mehr Zellen in einem bestimmten Raume sich angehäuft haben, desto dichter und schwerer ist ein solches Holz; man nennt es **hartes** im Gegensatze zu

solchem Holz, welches dünnwandigere Holzzellen in geringerer Anzahl in einem gleich grossen Raume enthält; letzteres heisst ein weiches Holz.

Die verschiedenen Baumarten, deren Holz in Mitteleuropa als Brennmaterial benutzt wird, sind:

Laubhölzer:	Eiche (*Quercus pedunculata* und *robur*),
	Rothbuche (*Fagus sylvatica*),
	Hain- oder Weissbuche (*Carpinus betulus*),
	Ulme oder Rüster (*Ulmus campestris* und *effusa*),
	Esche (*Fraxinus excelsior*),
	Erle (*Alnus glutinosa* und *incana*),
	Birke (*Betula alba* und *pubescens*),
Nadelhölzer:	Weiss- oder Edeltanne (*Pinus abies*),
	Fichte- oder Rothtanne (*Pinus picea*),
	Föhre oder Kiefer (*Pinus sylvestris*),
	Lärche (*Pinus larix*).

Zu den harten Hölzern rechnet man: Eiche, Weiss- und Rothbuche, Ulme, Birke, Esche; zu den halbharten: Ahorn, Erle, Lärche, Föhre; zu den weichen: Fichte, Weisstanne, Linde, Aspe, Pappel, Weide.

Bestandtheile des Holzes.

Das Holz besteht aus Holzfaser oder Cellulose, Pflanzensaft, mineralischen Bestandtheilen (Asche) und hygroskopischem Wasser.

Holzfaser oder Cellulose. Die reine Holzfaser, deren Menge etwa 96 pCt. von dem völlig trocknen Holze beträgt, ist nach der Formel $C_{12}H_{10}O_{10}$ zusammengesetzt und besteht in 100 Theilen aus

Kohlenstoff	44,45
Wasserstoff	6,17
Sauerstoff	49,38

Der Pflanzensaft besteht zum grössten Theile aus Wasser und enthält organische und unorganische Substanzen theils aufgelöst, theils suspendirt. Die unorganischen Saftbestandtheile, welche nach dem Verbrennen des Holzes als Asche zurückbleiben, sind ihrer Qualität nach bei allen Holzarten gleich (vergl. Seite 135). In der Praxis nimmt man an, dass der Aschengehalt der Brennhölzer durchschnittlich 1 pCt. betrage.

Der Wassergehalt ist im Allgemeinen bei den weichen Hölzern grösser als bei den harten. Man fand in 100 Gewichtstheilen des frisch gefällten Holzes:

Hainbuche	18,6	Rothbuche	39,7
Ahorn	27,0	Erle	41,6
Esche	28,7	Espe	43,7
Birke	30,8	Ulme	44,5
Traubeneiche	34,7	Fichte	45,2
Stieleiche	35,4	Linde	47,1
Weisstanne	37,1	Lärche	48,6
Föhre	39,7	Schwarzpappel	51,8

Gewöhnliches lufttrocknes Holz lässt sich betrachten als bestehend aus:

40 Th. Kohle (incl. 1 Th. Asche),
40 „ chemisch gebundenem Wasser,
20 „ hygroskopischem Wasser.

Nachdem durch starkes Erhitzen bis auf 130° alles hygroskopische Wasser ausgetrieben worden ist, bleibt gedarrtes Holz zurück von der Zusammensetzung:

50 Th. Kohle (incl. 1 Th. Asche),
50 „ chemisch gebundenes Wasser.

Heizwerth des Holzes.

Die Brennbarkeit der weichen Hölzer ist grösser als die der harten; unter den weichen lassen sich die Nadelhölzer am leichtesten entzünden und brennen am besten fort. Den Nadelhölzern steht das Birkenholz sehr nahe.

Was die Flammbarkeit betrifft, so geben die harzreichen Nadelhölzer die längste Flamme.

Aus seinen Versuchen folgert Winkler hinsichtlich des Verhältnisses der Heizkraft der Holzarten, dass 1 Klafter Fichtenholz ersetzt werde durch

1,07 Klafter	Linde,	0,70 Klafter	Buche,
0,94 „	Föhre,	0,665 „	Birke,
0,92 „	Pappel,	0,65 „	Ahorn,
0,91 „	Weide,	0,635 „	Ulme,
0,89 „	Tanne,	0,59 „	Eiche.

Scheerer nimmt den absoluten Wärmeeffect der verschiedenen, gleichförmig getrockneten Holzarten als gleich gross an, ferner, dass der specifische Wärmeeffect von Holzarten mit gleichem Wassergehalte sich wie das specifische Gewicht derselben verhält. Der pyrometrische Wärmeeffect des halbgedarrten Holzes (mit 10 pCt. Wassergehalt) kann nach Scheerer = 1850°, der des gedarrten = 1950° gesetzt werden. Nach Péclet entwickelt sich eine Temperatur von 1683° C. beim Verbrennen von reinem und trocknem Holz unter der Voraussetzung, dass aller Sauerstoff der Verbrennungsluft absorbirt werde, dagegen nur eine Temperatur von 960°, wenn der Sauerstoff nur zur Hälfte consumirt wird, was gewöhnlich in grossen Feuerräumen der Fall ist.

Die Verdampfungskraft der Holzarten ist nach den Versuchen von Brix.

	Wassergehalt.	*Ungetrocknet.*	*Getrocknet.*
Föhrenholz	16,1 pCt.	4,13	5,11
Ellernholz	14,7 „	3,84	4,67
Birke	12,3 „	3,72	4,39
Eiche	18,7 „	3,54	4,60
Rothbuche	22,2 „	3,39	4,63
Weissbuche	12,5 „	3,62	4,28

D. h. 1 Kilogr. Föhrenholz mit 16,1 pCt. HO verdampft 4,13 Kilogr. Wasser.

Holzkohlen. Die Holzkohlen. Es ist ein allgemeines Kennzeichen der organischen Verbindungen, dass dieselben unter dem Einfluss der Wärme sich zersetzen und dabei Kohlenstoff als Kohle ausscheiden. Wird die Erhitzung des Holzes in einem abgesperrten sauerstoffleeren Raum ausgeführt und ist zu gleicher Zeit die Vorkehrung getroffen, dass die gas- und dampfförmigen Produkte entweichen können, wird überhaupt das Holz der trocknen Destillation unterworfen, so bleibt ein Theil des Kohlenstoffs als Holzkohle zurück. Werden die flüchtigen Produkte aufgefangen und untersucht, so findet man gasförmige, aus Kohlensäure, Kohlenoxyd und Grubengas bestehend, und condensirbare Körper, welche letztere nach der Verdichtung ein gelblich oder braun gefärbtes Oel bilden, unter welchem eine wässerige Flüssigkeit sich befindet. Die wässerige Flüssigkeit besteht aus unreiner Essigsäure (Holzessig) und einer alkoholischen Flüssigkeit, dem Holzgeiste, die ölige Flüssigkeit, der Holztheer, besteht aus einer Anzahl flüssiger und fester Körper, unter denen Paraffin, Kreosot, phenylige Säure (Carbolsäure) und mehrere flüssige Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol, Xylol, Amylhydrür etc. hervorzuheben sind. Alle diese Stoffe sind brennbar.

Zweck der Verkohlung. Der gewöhnliche Zweck der Verkohlung des Holzes besteht darin, die in demselben enthaltenen Brennstoffe zu concentriren, sie durch bedeutende Verminderung des Gewichts und des Volumens transportabler zu machen und dadurch ihren Markt zu erweitern, die Holzpreise zu steigern, einige für gewisse technische Anwendungen nachtheilige Eigenschaften des Holzes zu entfernen oder endlich auch Kohle zu anderer Benutzung als der gewöhnlichen zu erlangen, z. B. zur Pulverfabrikation. In allen diesen Fällen wird die Kohle als Hauptprodukt der Verkohlung angesehen. Bei der Theerschwelerei ist es vorzüglich auf die Gewinnung von Theer abgesehen und die dabei sich ergebende Kohle erscheint mehr nur als ein Nebenerzeugniss. Bei der Holzgasfabrikation werden endlich durch die Verkohlung nicht blos Holz und Theer, sondern auch die dabei sich ent-

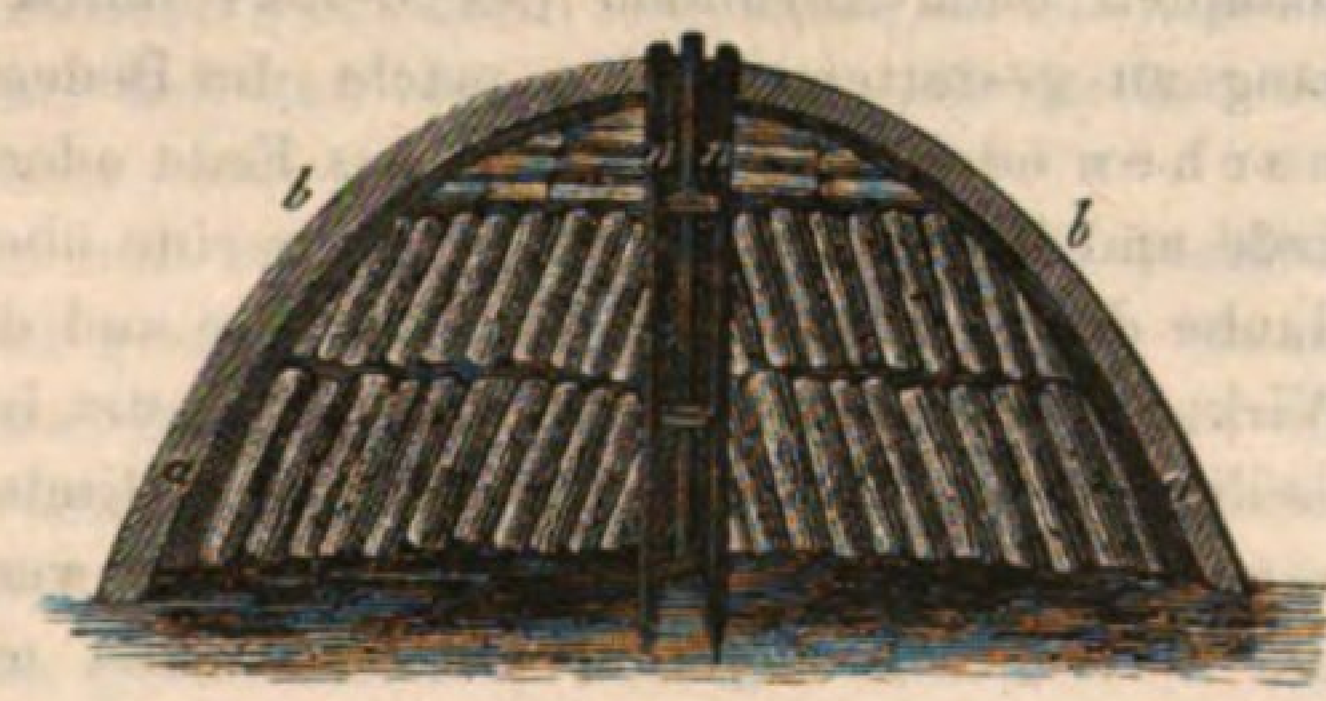
wickelnden brennbaren und leuchtenden Gase gewonnen und in einer Weise zur Entwickelung von Licht und Wärme benutzt, dass jedenfalls jene nicht als Hauptsache erscheinen. Die Verkohlung des Holzes im Walde kann entweder in regelmässigen auf verschiedene Weise aufgebauten Haufen, den Meilern und den Haufen, in beiden Fällen unter beweglicher Decke, oder unter unbeweglicher Decke in Gruben und Meileröfen vor sich gehen.

Meilerverkohlung. Unter einem Meiler versteht man einen aus grösseren Holzstücken zusammengeschichteten Haufen, welcher mit einer Decke von Erde oder Kohlenlösche (Kohlenstaub mit Erde gemengt) versehen ist. Die Holzscheite werden entweder fast senkrecht gegen die Axe des Meilers geneigt, oder man legt sie horizontal, in radialer Richtung von der Axe auslaufend. Im ersten Falle heisst ein Meiler ein stehender, im anderen Falle ein liegender Meiler. Die Axe des Meilers wird Quandel genannt.

Richten des Meilers. Behufs des Aufstellens des Holzes (Richten des Meilers) richtet man im Mittelpunkte der Meilerstätte eine dicke Stange, den Quandelpfahl oder, wenn mehrere Stangen angewendet werden, die Quandelstäbe auf. Die stehenden Meiler unterscheidet man als

a) wälsche Meiler (Fig. 247),
b) slavische Meiler (Fig. 248),
c) Schwartenmeiler (Fig. 249).

Fig. 247.



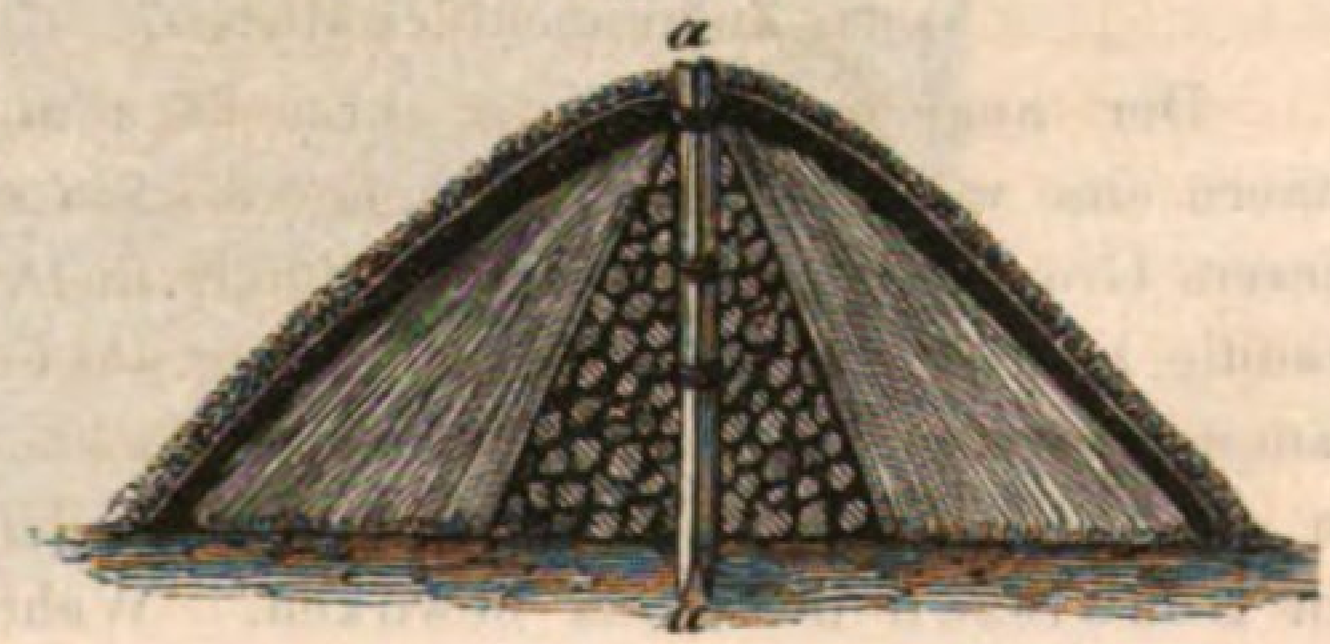
Ein wälscher oder italienischer Meiler (Fig. 247) hat als Quandel einen aus drei oder vier Stangen bestehenden Quandelschacht, in welchem die Stangen durch Holzspreise *n* auseinander gehalten werden, und besteht aus zwei oder drei Holzschichten (er ist zwei- oder dreischichtig); die conische Holzmasse wird durch horizontal gelegte Scheite abgerundet und der dadurch entstehende Aufsatz auf den eigentlichen Holzschichten heisst die Haube (*chemise*). Im unteren Theile des durch die Quandelstäbe gebildeten Schachtes häuft man harziges Holz an, durch welches später der Meiler in Brand gesetzt wird.

Fig. 248.



Der slavische Meiler (Fig. 248) unterscheidet sich von dem vorhergehenden durch den Quandel, der hier aus einem eingerammten Pfahl besteht, ferner durch die Zündgasse *b*, einen bis zum Quandel gehenden Kanal, durch welchen der Meiler entzündet wird.

Fig. 249.



Eine dritte Art stehender Meiler ist der in Norwegen gebräuchliche Schwartenmeiler (Fig. 249), aus

Schwarten, d. h. unregelmässig geformten, dünnen Brettern zusammengesetzt. Drei der grössten bilden den Quandelschacht *aa*, um welchen Raum man brennbare Stoffe anbringt und darauf einen kegelförmig aufgeschichteten Haufen von grösseren Holzabfällen, mit leicht entzündlichen Stoffen untermengt, setzt. Dieser Haufen bildet den Kern des Meilers, an welchen die Schwarten gelehnt werden.

Die liegenden Meiler bekommen im Aeussern die Gestalt der stehenden Meiler; die Scheite aber werden horizontal und radial in ein oder zwei concentrische Lagen eingelegt; die äussere Fläche wird parallel mit dem innern Holzkerne gemacht, welchen man zunächst um den Quandel herum in Gestalt eines Kegels aus aufrechtstehenden Scheiten errichtet. Der Quandel ist entweder Quandelschacht oder Quandelpfahl mit Zündgasse.

Der gerichtete Meiler wird mit einer Decke von Erde versehen. Weil aber die lockere Erde zu leicht durchfallen und das Feuer ersticken würde, so muss man den Meiler, ehe man ihn mit Erde bewirft, noch mit einer Decke von Rasen oder Reisig, Moor, Haidekraut, Schilf, Tannennadeln, Laub etc. versehen. Das Auflegen der Decke auf den Meiler geschieht nicht sofort vollständig, sondern der Meiler muss am Fusse bis zu einer Höhe von 6—12 Zoll vor der Hand unbedeckt bleiben. Die hierzu erforderliche Vorrichtung heisst die Rüstung oder Unterrüstung. Man versteht darunter eine rings um den Umfang des Meilers laufende horizontale Umfassung mit dürren Aesten, welche in hölzernen Gabeln (Rüstgabeln) liegen. Die Rüstung hat den Zweck, theils der Decke Halt zu geben, theils aber auch, den Dämpfen beim Anzünden des Meilers durch die Zwischenräume an der Sohle Ausgang zu gestatten. Man macht die Bedeckung (das Bewerfen, Schwarzmachen oder Schwärzen) aus Erde oder besser mit einem Gemenge von Lehm, Erde und Kohlenstaub und giebt ihr eine überall gleiche Dicke von 3—5 Zoll. Die Haube des Meilers erhält eine stärkere und dicht geschlagene Erddecke, weil sie der Wirkung des Feuers am meisten ausgesetzt ist. Dort, wo Winde dem Meiler nachtheilig werden können, muss er an der Windseite mit Windschauern, aus Brettwänden oder Hecken bestehend, versehen werden.

Wie schon angeführt, unterscheidet man zwei verschiedene Arten des Anzündens:

1) das Anzünden von unten geschieht durch die Zündgasse oder das Zündloch mittelst einer Stange, der Zündstange und Zündruthe, an deren einem Ende ein brennender Strohwisch, Birkenschale oder dergleichen befestigt und zu dem Quandel hineingebracht wird;

2) das Anzünden von oben geht vor sich, indem man die im Quandelschacht enthaltenen Materialien anzündet, oder indem man in den Schacht zuerst glühende Kohlen und dann Kohlen und Brände darauf schüttet.

Kohlenbrennen. Bei dem eigentlichen Kohlenbrennen sind drei Phasen zu unterscheiden:

1) das Schwitzen oder Abbähen,
2) das Treiben,
3) das Zubrennen des Meilers.

Der angezündete Meiler braucht zum Umsichgreifen des Feuers in seinem Innern eine weit grössere Luftmenge als ein schon längere Zeit angebrannter. Aus diesem Grunde ist der Fuss des Meilers im Anfange entweder ganz oder nur unvollständig bedeckt; durch die Ausbreitung des Feuers im Meiler entwickeln sich Wasserdämpfe, gemengt mit Produkten der trocknen Destillation des Holzes, welche sich an den kälteren Stellen des Meilers zum Theil verdichten und eine Durchnässung, ein Schwitzen derselben bewirken. Während des Schwitzens ist der Meiler da-

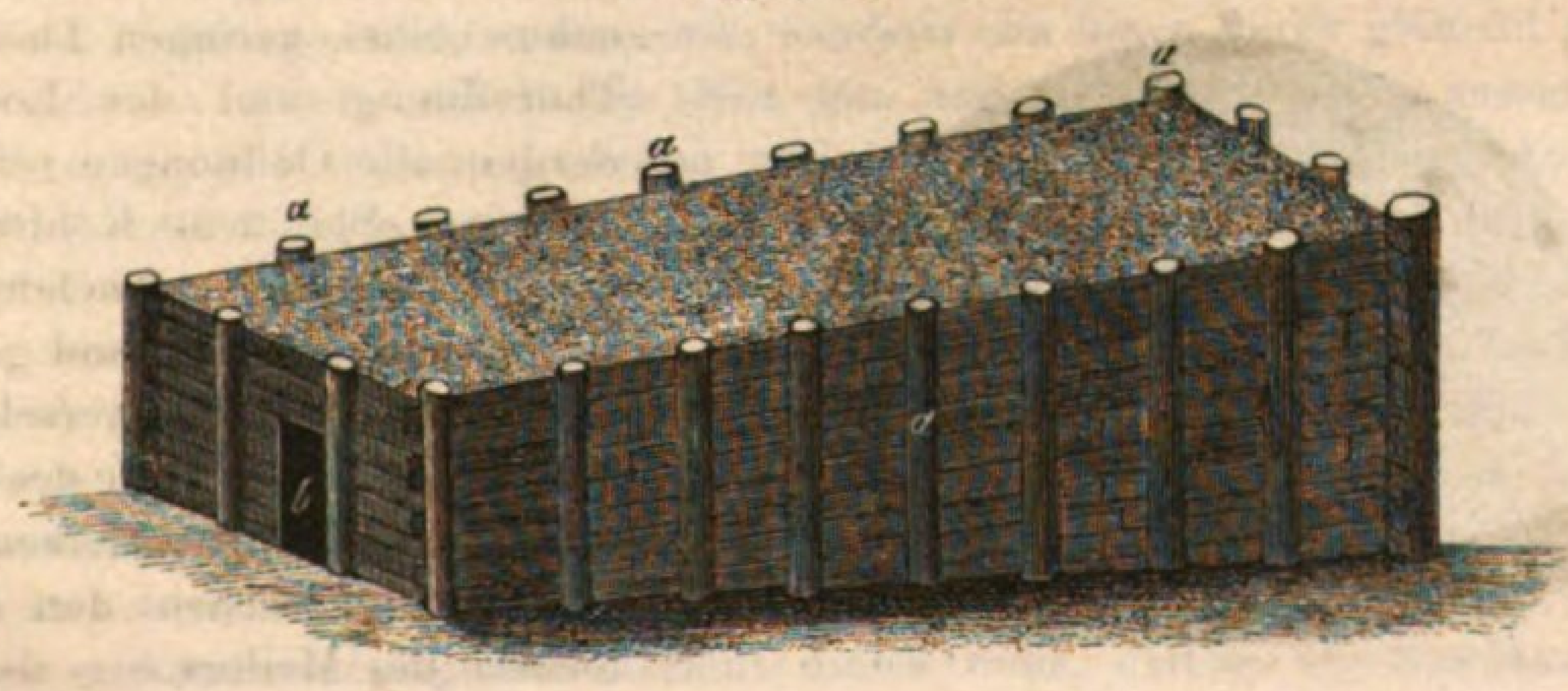
durch gefährdet, dass in seinem Innern durch Mischen von Kohlenwasserstoffen mit atmosphärischer Luft sich knallgasähnliche Gemische bilden können, welche durch ihre Explosion ein stellenweises Abwerfen der Decke, selbst ein Bersten der Holzmasse bewirken können. Man nennt dies das *Werfen* des Meilers. Geringe und deshalb für den Meiler gefahrlose Explosionen haben nur ein „*Schütteln*“ der Meilerdecke zur Folge. Durch die schnelle Ausbreitung des Feuers, theils durch das wirkliche Verbrennen eines Theiles des Holzes, theils endlich durch das Schwinden der Holzmasse als Folge der durch das Austrocknen und Verkohlen bewirkten Volumenverminderung, entstehen im Meiler hohle Räume (das *Hohlbrennen*). Diese hohlen Räume müssen sorgfältig ausgefüllt werden.

Sobald die am Fusse des Meilers austretenden Dämpfe eine hellere Farbe zeigen, beginnt die Periode des *Treibens*. Der Zutritt der Luft muss jetzt verringert werden; zu dem Zwecke wird die locker gewordene Decke überall wieder an das Holz angeschlagen. Man nennt die Arbeit das *Umfassen* oder *Umfangen* des Meilers. So bleibt derselbe 3 — 4 Tage ganz in Ruhe und sich selbst überlassen, indem bei fast gänzlichem Abschluss der Luft die Verkohlung in dem treibenden Meiler durch die hohe Temperatur des Kerns geschieht. Nach etwa 4 Tagen ist der grösste Theil des Holzes verkohlt, ausgenommen eine sich unterhalb der Haube rings um den Meiler ziehende mantelförmige Schicht, deren Dicke gegen den Fuss hin zunimmt. Das Feuer muss nun so geleitet werden, dass es von der Haube aus abwärts und vom Kerne gegen den Meilerumfang zu gehe. Diese Operation heisst das *Zubrennen*, je langsamer sie vollendet wird, desto reichlicher ist die Kohlenausbeute. Wird der Rauch der Zuglöcher hell und blau, so ist dies ein Zeichen der Gare; die Löcher müssen dann geschlossen werden.

Nachdem das Garen des Meilers überall erfolgt ist, bleibt er etwa 24 Stunden lang zugedeckt und gegen den Luftzutritt geschützt zum *Abkühlen* stehen; darauf wird der Meiler *abgeputzt* und *gelöscht*. Gestübe und Decke werden mit der Krücke abgekratzt und dann wird das reine trockene Gestübe wieder auf den Meiler geworfen, damit es zwischen die Kohlen rinne und das Feuer ersticke. Nachdem der gelöschte Meiler 12—24 Stunden gestanden ist, schreitet der Köhler zum *Kohlenziehen* oder *Kohlenlangen*.

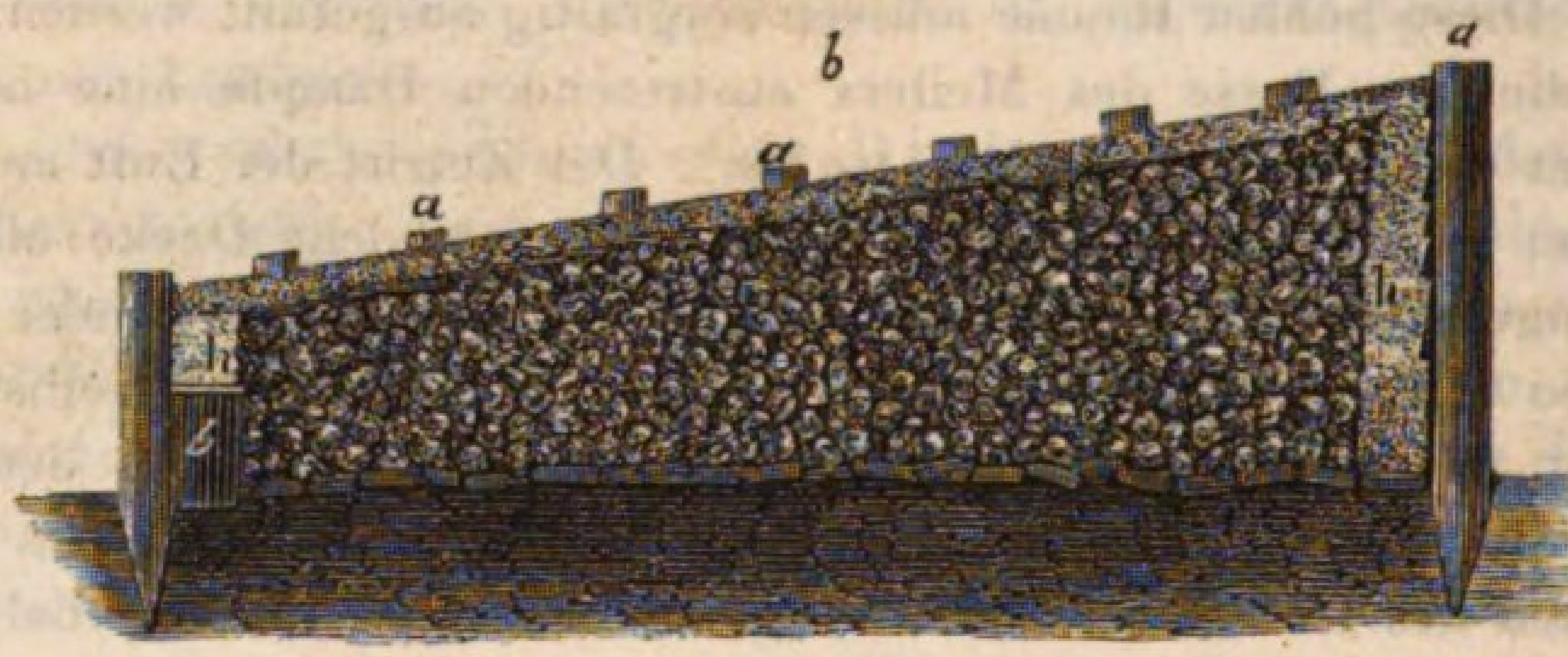
Haufenverkohlung. Die Verkohlung des Holzes in *Haufen* oder in *liegenden Werken* wird besonders in dem südlichen Deutschland, in Russland und Schweden angewendet, sie unterscheidet sich dadurch von der Meilerverkohlung, dass bei derselben das Holz allmälig theilweise verkohlt wird, während man die verkohlten Stücke sogleich zieht. Das Holz kommt dabei in runden Stämmen oder Kloben, sehr selten

Fig. 250.



als Scheitholz zur Verkohlung. Die Meilerstätte bildet ein rechtwinkliges längliches Viereck, dessen vordere und hintere Seite kürzer sind, als die beiden anderen. Von vorn nach hinten steigt die Stätte etwas und die beiden langen Seiten werden durch eine Reihe senkrecht stehender, starker hölzerner Pfähle dergestalt begrenzt, dass beide Reihen parallel laufen. Fig. 250 und 251 zeigen einen gerichteten Haufen und zwar 250 in der perspectivischen Ansicht und Fig. 251 im verticalen Durchschnitte. *aa* sind die Pfähle mit den Schindeln, *h* ist die Löschdecke, *b* ein am

Fig. 251.



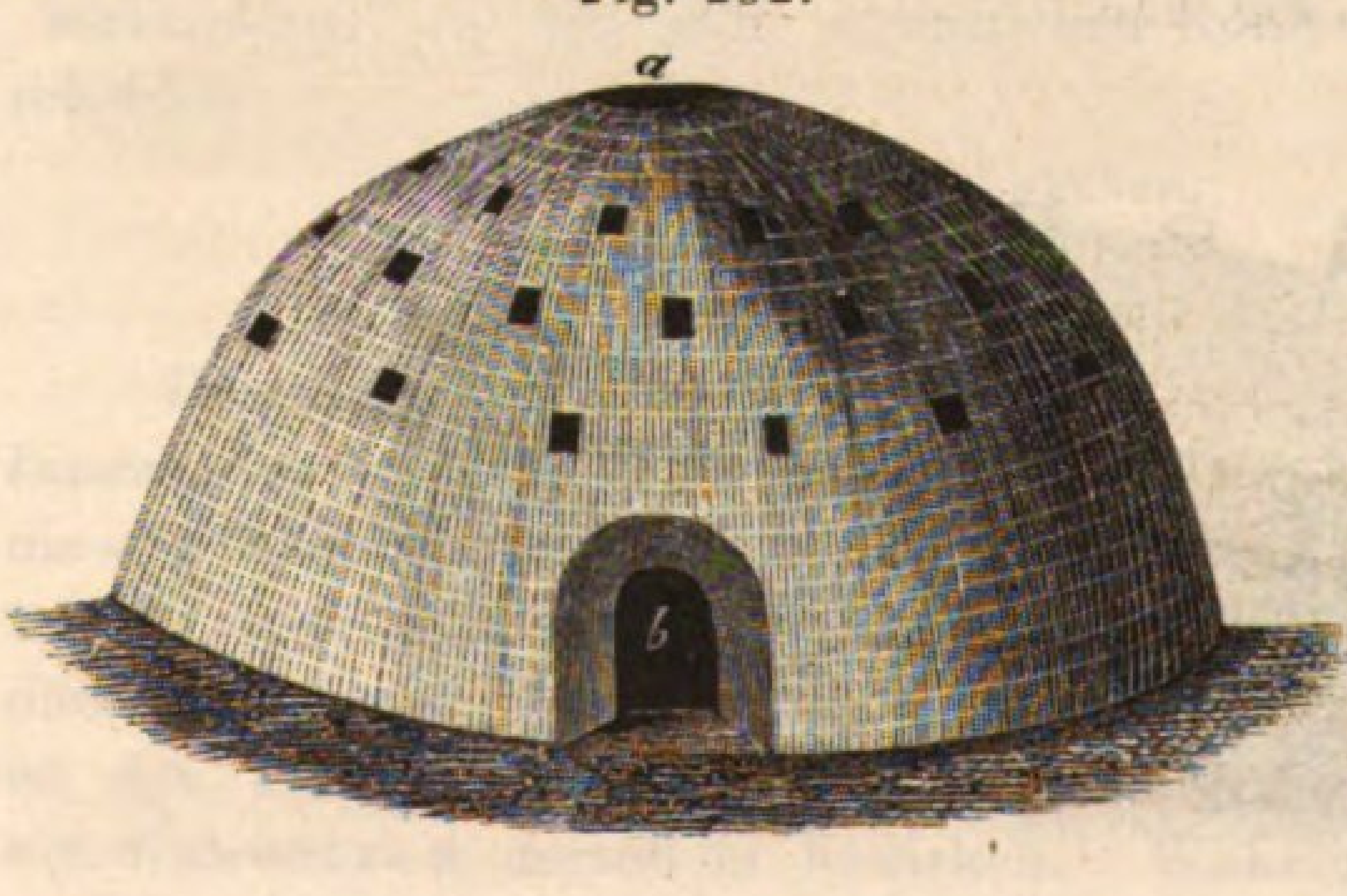
Fussende befindlicher, für das Anzünden aufgesparter Raum (das Feuerhaus) In dem Maasse, als das Feuer vorrückt, werden die vorn erzeugten Kohlen schon gezogen, wobei der Köhler nur darauf zu sehen hat, dass sich das Feuer nicht ungleich fortziehe und dass das sogenannte Segel, der Rücken des Haufens, immer gerade oder auf die beiden Pfahlreihen senkrecht bleibe.

Verkohlung in Meileröfen.

Verkohlung in Meileröfen. Die Meileröfen sind als feststehende und gemauerte Meiler zu betrachten, in welchen genau so wie in den gewöhnlichen Meilern durch die Verbrennung eines Antheiles Holz im Innern durch geringen Luftzutritt die Verkohlungshitze erzeugt wird. Sie haben vor den Meilern mit beweglicher Decke das voraus, dass die Produkte der trocknen Destillation besser und vollständiger condensirt werden können, dagegen soll die dabei gewonnene Kohle, was Menge und Güte betrifft, der Meilerkohle nachstehen. Man unterscheidet Meileröfen, die hinsichtlich ihrer Form den eigentlichen Meilern und den Haufen entsprechen oder sich bereits den Verkohlungsöfen nähern.

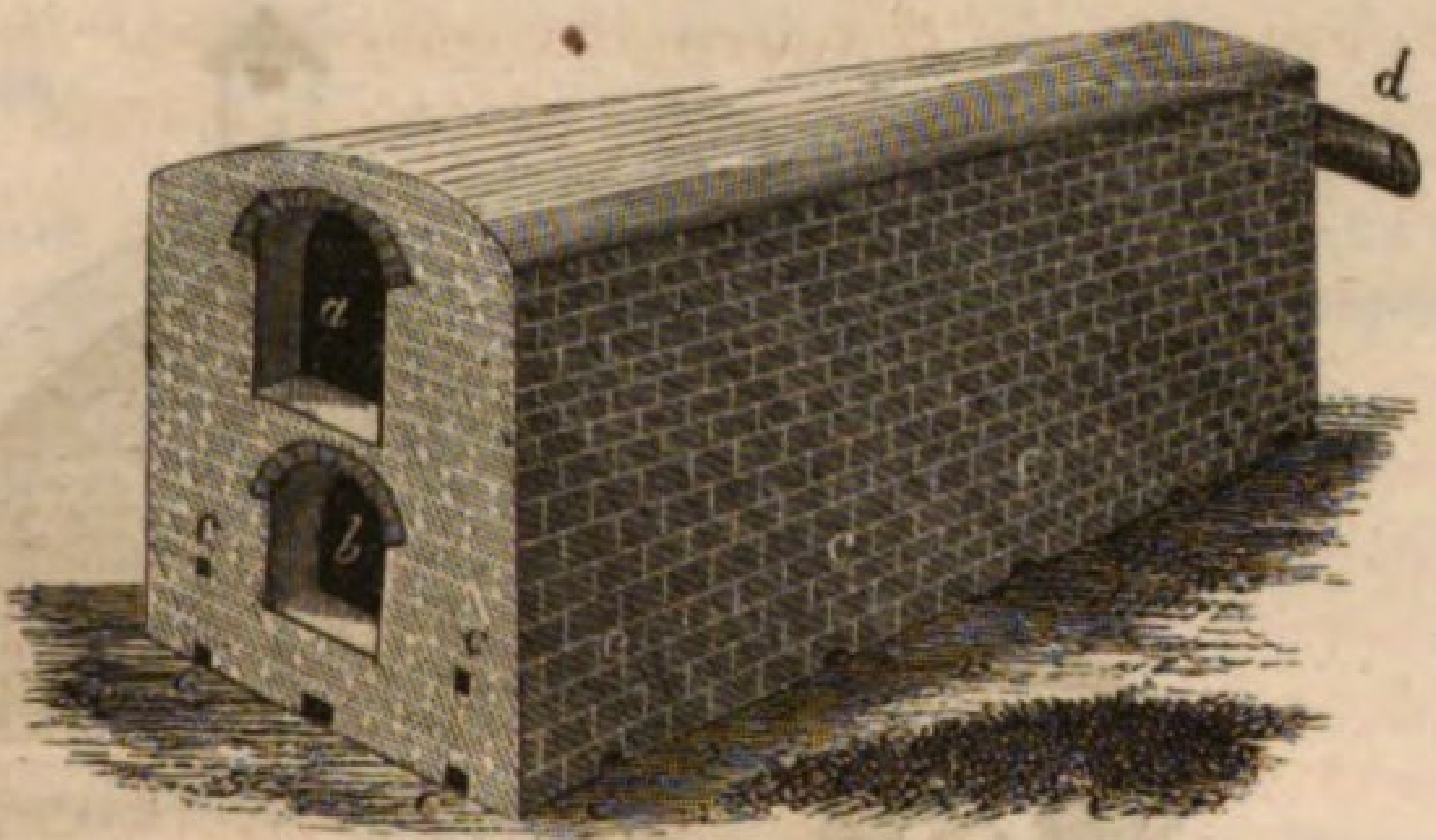
Fig. 252 zeigt einen der einfachsten Meileröfen; die zu verkohlenden Scheite werden darin wie in dem Meiler stehend oder liegend aufgeschichtet. Das Holz wird entweder durch die Oeffnung *a* oder durch die Thüre *b* eingeführt; von der Thüre bis in die Mitte der Sohle geht die Zündgasse. Mit Ausnahme eines geringen Theiles der Thüröffnung und des Loches *a* werden alle Oeffnungen vermauert und erst bei dem Kohlenziehen wieder geöffnet. Nachdem das Holz genügend in Brand gerathen ist, werden *b* und *a* verschlossen. Die an dem oberen Ende des Meilerofens befindlichen kleinen Oeffnungen entsprechen den Rauchlöchern des Meilers.

Fig. 252.



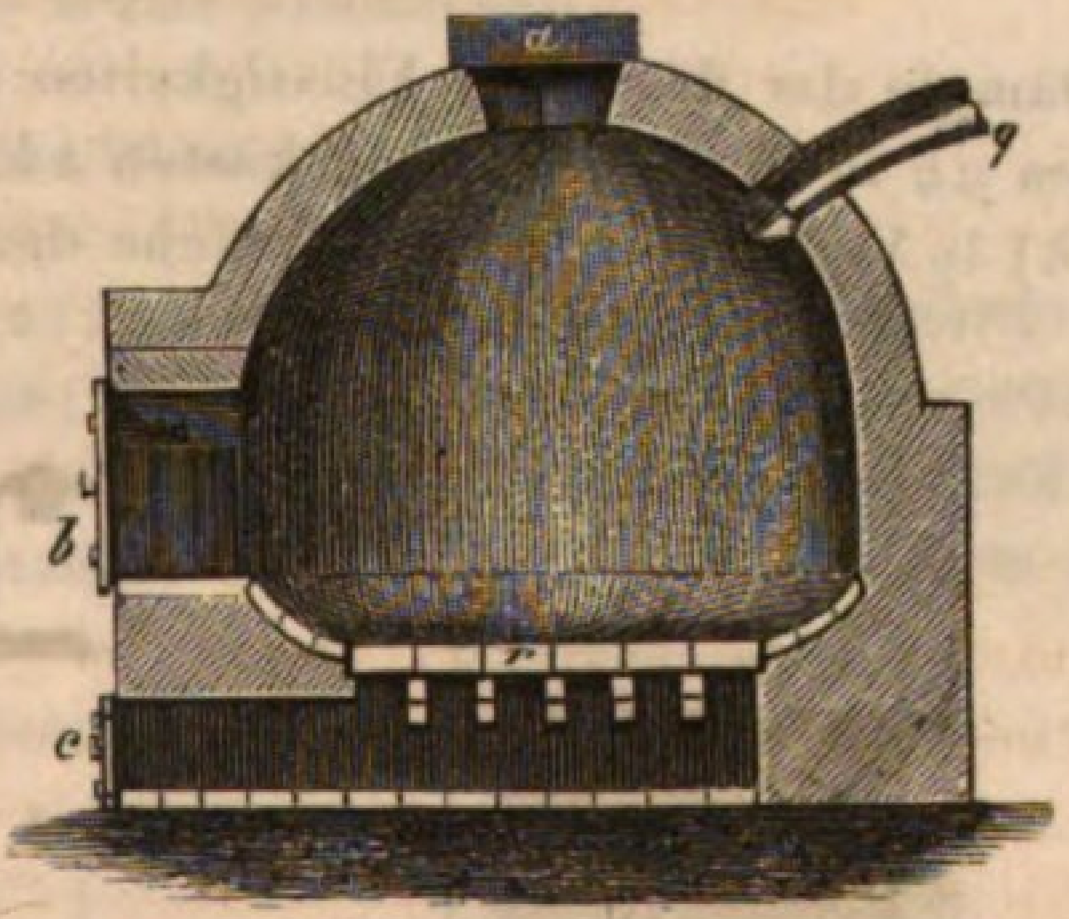
Bei dem Fig. 253 abgebildeten Meilerofen dienen die beiden Thüröffnungen *a* und *b* zum Eintragen des Holzes, *b* ausserdem auch zum Kohlenziehen, *ccc* sind die Registeröffnungen, durch das eiserne Rohr *d* werden die flüchtigen Produkte in einen Verdichtungsapparat geleitet. Während der Verkohlung sind *a* und *b* verschlossen. Der Theer sammelt sich grösstentheils auf der Ofensohle und fliesst in ein Reservoir. Unter der gewölbten Thüröffnung *b* befindet sich eine kleine Oeffnung, welche als Mündung der Zündgasse dient.

Fig. 253.



Der Fig. 254 abgebildete Meilerofen ist so eingerichtet, dass der Zutritt der Luft durch den Rost *r* stattfindet. Das Eintragen des Holzes geschieht durch die Oeffnungen *a* und *b*. *q* ist das Abzugsrohr für die flüchtigen Produkte.

Fig. 254.



Ofenverkohlung.

Ofenverkohlung (Ofenköhlerei). Die Verkohlung des Holzes im verschlossenen Raum ohne Zutritt der atmosphärischen Luft geschieht

1) in Retorten,
2) in Röhren oder in Cylindern,

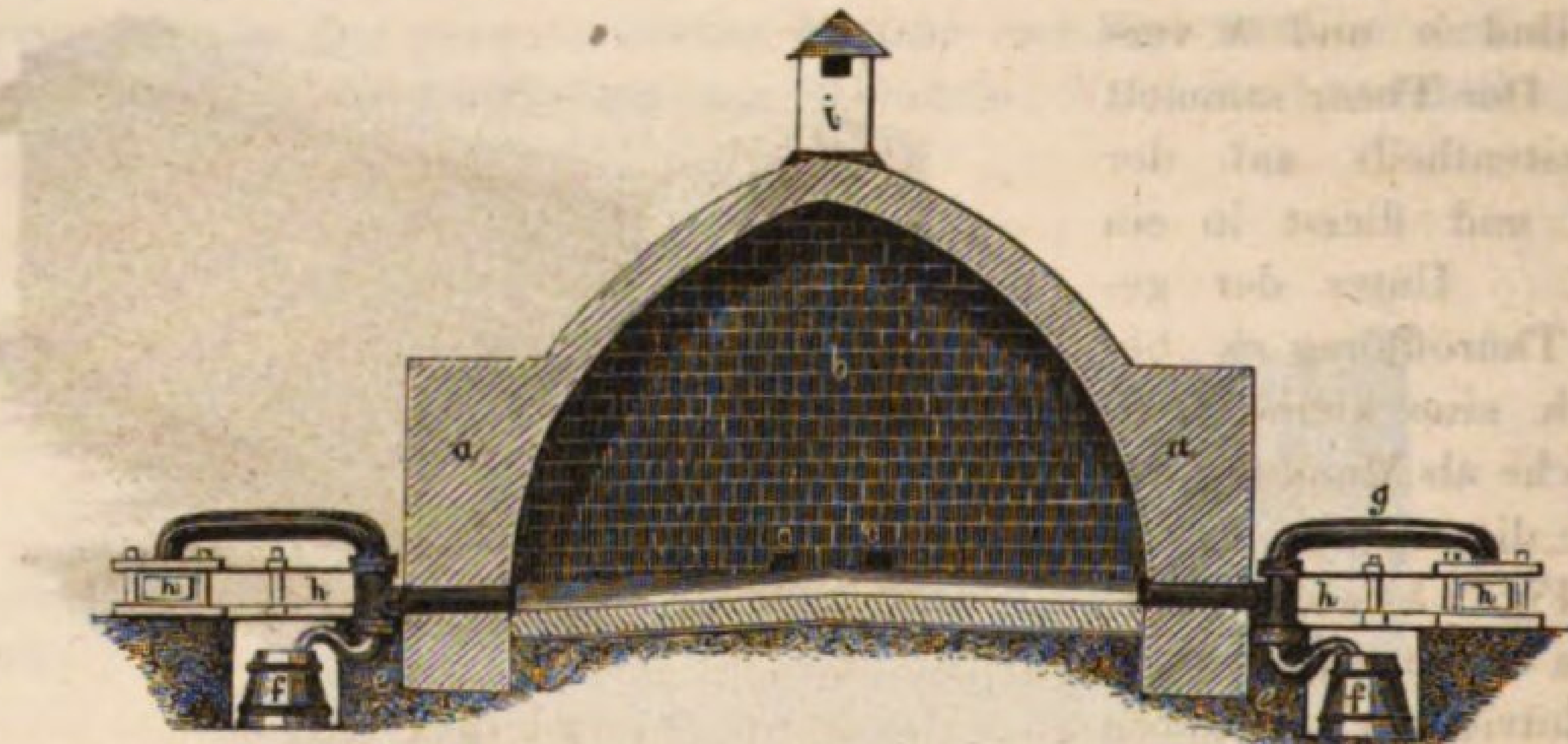
zuweilen mit erhitzter Luft oder mit Gichtgasen oder mit Wasserdämpfen oder mit Anwendung von Gebläseluft.

Was die Verkohlung des Holzes in Retortenöfen betrifft, so geht dieselbe dadurch vor sich, dass man das in eisernen oder thönernen Retorten eingeschlossene Holz von aussen erhitzt und für den Abzug und die vollständigste Verwerthung der flüchtigen Produkte Sorge trägt. In vielen Fällen ist die Theergewinnung, in anderen die Gaserzeugung Hauptzweck.

In den Röhrenöfen geschieht die Erhitzung und Verkohlung der eingeschlossenen Holzmasse nicht von aussen, sondern von innen durch glühend gemachte eiserne Röhren, welche durch den Ofen hin- und hergezogen sind, ausserhalb mit einer Feuerung in Verbindung stehen und in eine Esse ausmünden. Anstatt die heisse Luft und die Flamme durch eiserne Röhren zu leiten, kann man auch die eisernen Röhren beseitigen und das Holz ohne Weiteres durch die erhitzte Luft verkohlen, wenn man nur dafür sorgt, dass die Flamme und die heisse Luft so vollständig als möglich ihres Sauerstoffs beraubt sind. Hierdurch erspart man nicht nur die Röhren und beträchtlich an Brennmaterial, sondern bewirkt auch eine schnellere und gleichmässigere Verkohlung. Nach diesem Princip ist der von Schwarz construirte schwedische Verkohlungsofen eingerichtet. Fig. 255 (s. folg. S.) zeigt den senkrechten Längendurchschnitt dieses Ofens. *b* ist der von dem Mauerwerk *a*

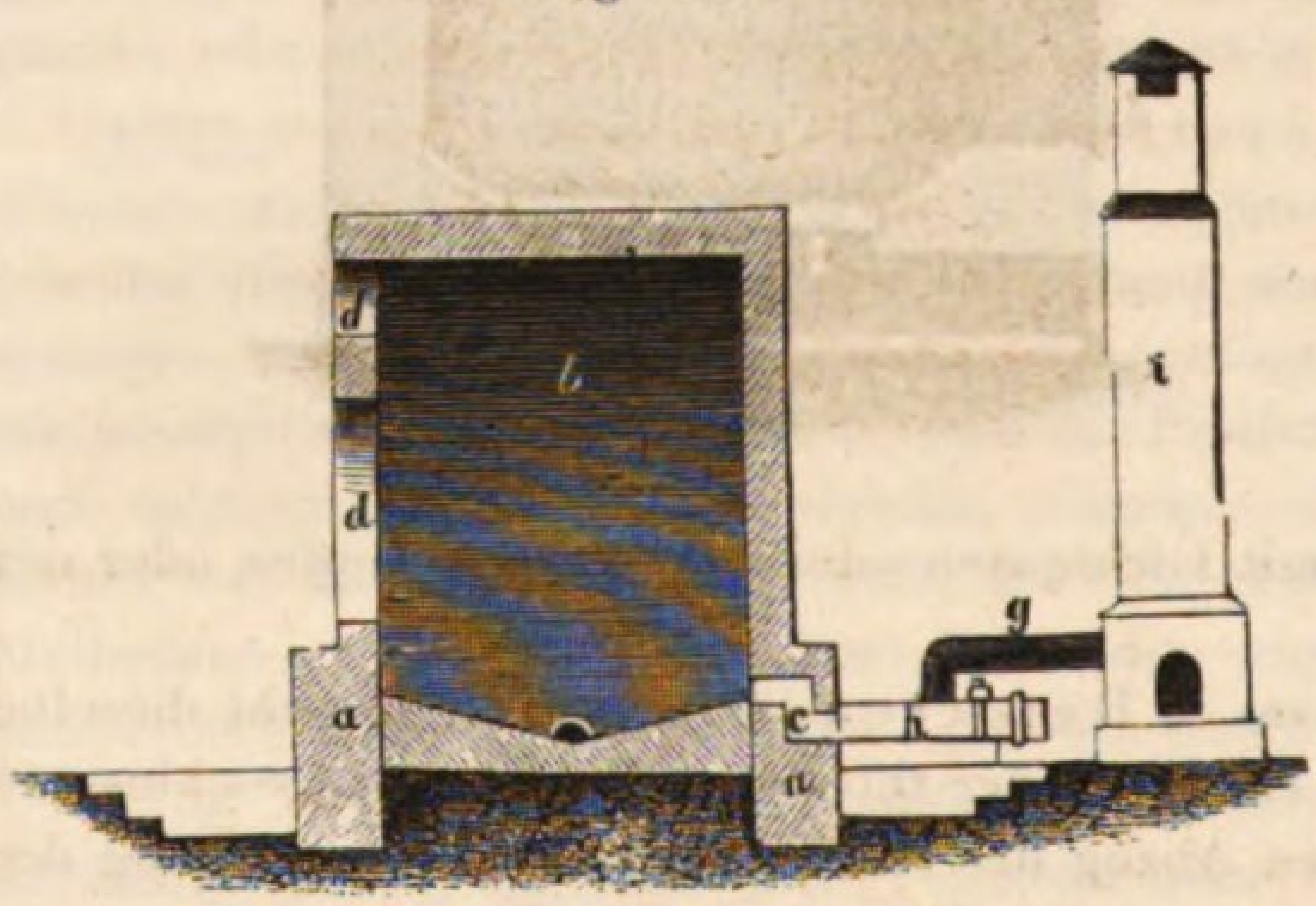
umgebene Verkohlungsraum; durch die Oeffnungen *cc* tritt die zur Verkohlung dienende Feuerluft in den Ofen. Die auf der geneigten Sohle verdichteten Flüssigkeiten treten durch eingemauerte Röhren durch die Heberröhren *e e* in die Theerfässer

Fig. 255.



ff; die Dämpfe der flüchtigen Flüssigkeiten (Holzessig, Holzgeist etc.) treten durch die Röhren *g g* in die Verdichtungskästen *h h*, welche letztere mit einer hohen Esse *i* (Fig. 256) in Verbindung stehen, welche dem Apparat den erforderlichen Zug geben soll. Die Feuerherde haben keinen Rost. Die überwölbten Oeffnungen *d d* dienen zum Eintragen des Holzes.

Fig. 256.



Eigenschaften der Kohle.

Je nach der Art des Holzes, welches zur Darstellung der Holzkohle diente, unterscheidet man harte Kohle (Kohle von harten Hölzern) und weiche Kohle (Kohle von weichen Hölzern), welche letztere entweder Laubholz- oder Nadelholzkohle ist, je nach dem Grad der Verkohlung die vollständig verkohlte Schwarzkohle und die durch unvollständige Verkohlung erhaltene Röst- oder Rothkohle (*charbon roux*).

Nach der Grösse theilt man die Holzkohlen in:

1) Stück-, Grob-, Lese- oder Ziehkohlen, die grössten und dichtesten Stücke;
2) Schmiedekohlen, dichte Stücke, aber nur von Faustgrösse;
3) Quandelkohlen, aus der Nähe des Quandels, kleine undichte Stücke;
4) Kohlenklein, Kohlenlösche, Kläre, kleine Stücke und Staub;
5) Brände, rohe oder rothe Kohlen, unvollständig verkohlte Stücke.

Die Angabe der Kohlenausbeute dem Volumen nach kann sich entweder beziehen auf das wirkliche Volumen der Holz- oder Kohlenmasse, d. h. auf das Volumen der Masse nach Abzug der Zwischenräume, oder auf das scheinbare Volumen (Gemässvolumen) ohne Abzug der Zwischenräume. Man kann vergleichen

a) das scheinbare Volumen des Holzes mit dem scheinbaren Volumen der Kohle;
b) das wirkliche Volumen des Holzes mit dem wirklichen Volumen der Kohle;
c) das wirkliche Volumen des Holzes mit dem scheinbaren Volumen der Kohle.

Man kann die erste Methode das Ausbringen nach dem scheinbaren Volumen (I), die zweite das Ausbringen nach dem wirklichen Volumen (II), die dritte das Ausbringen nach beiderlei Volumen (III) nennen.

Nach der Methode (I) erhielt man folgende Resultate:

Eichenholz	71,8 bis 74,3	pCt. Kohle
Rothbuchenholz	73,0	" "
Birkenholz	68,5	" "
Hainbuchenholz	57,2	" "
Föhrenholz	63,6	" "

Dem wirklichen Volumen nach (II) betrug als Mittel verschiedener Versuche die Kohlenausbeute 47,6 pCt. Nach beiderlei Volumen (III) erhielt man in Eisleben folgende Resultate:

	Gewicht.	Scheinbares Volumen.	Beiderlei Volumen.
Eichenholz	21,3 pCt.	71,8 pCt.	98,7 pCt.
Rothbuchenholz	22,7 "	73,0 "	100,4 "
Birkenholz	20,9 "	68,5 "	94,2 "
Hainbuchenholz	20,6 "	57,2 "	78,6 "
Föhrenholz	25,0 "	63,6 "	87,2 "

Zusammensetzung der Kohle. Wenn man von dem geringen Gehalt der Schwarzkohle an Wasserstoff und Sauerstoff absieht, so lässt sich die durchschnittliche Zusammensetzung einer lufttrocknen Schwarzkohle auf folgende Weise ausdrücken:

Kohlenstoff	85 pCt.
hygroskopisches Wasser	12 "
Asche	3 "

Brennbarkeit und Heizwerth. Die Brennbarkeit der frisch dargestellten Schwarzkohle ist ausserordentlich gross, insofern dieselbe, einmal entzündet, bei dem nöthigen Luftzuge fortbrennt; die Entzündungstemperatur derselben liegt dagegen, weil die Kohle fast keine flüchtigen brennbaren Substanzen enthält und ausserdem ein schlechter Wärmeleiter ist, sehr hoch.

Der Wärmeeffect verschiedener Holzkohlen ergiebt sich aus folgender Tabelle:

	Wärmeeffect C = 1 Absol.	Specif.	Pyrom.	1 Gewichtstheil Kohle reducirt Blei.	1 Gewichtstheil Kohle erwärmt Wasser von 0–100° C.
Schwarzkohle lufttrocken	0,97	—	2450	—	Im Durchschnitt 75,7 Theile
Schwarzkohle völlig trocken	0,84	—	2350	—	
Birkenkohle " "	—	0,20	—	33,71	
Eschenkohle " "	—	0,19	—	—	
Rothbuchenkohle " "	—	0,18	—	33,57	
Rothtannenkohle " "	—	0,17	—	33,51	
Ahornkohle " "	—	0,16	—	—	
Eichenkohle " "	—	0,15	—	33,74	
Erlenkohle " "	—	0,13	—	32,4	
Lindenkohle " "	—	0,10	—	32,79	
Fichtenkohle " "	—	—	—	33,53	
Weidenkohle " "	—	—	—	33,49	

Die Verdampfungskraft von Föhrenholzkohle beträgt mit 10,5 pCt. HO und 2,7 pCt. Asche 6,75 Kilogr., wasserfrei und 3,02 pCt. Asche 7,59 Kilogr.

Die Roth- oder Röstkohle. Da die vollständige Verkohlung des Holzes einen fast 40 pCt. betragenden Verlust von Brennstoff nach sich zieht, so hat man sich seit einer Reihe von Jahren bemüht, die Verkohlung des Holzes nur bis zu dem Grade fortzusetzen, bei welchem die Kohle noch eine schwärzlich braune Farbe zeigt. Die Erfahrung

hat gelehrt, dass, wenn das lufttrockene Holz etwa 60—70 pCt. von seinem Gewicht verloren hat, man diejenige Kohle erhält, welche man Roth- oder Röstkohle (*charbon roux*) nennt. Sie liegt in der Mitte zwischen Holzkohle und gedarrtem Holz, ist weit sauerstoffreicher, leicht zerreiblich, locker, aber weniger porös. Ihre Brennbarkeit und Flammbarkeit sind bei weitem grösser als die der Schwarzkohle. Als Brennmaterial in Schachtöfen zu metallurgischen Zwecken ist die Rothkohle ein wichtiges Brennmaterial.

Die Zusammensetzung der frisch und normal bereiteten Rothkohle ist ungefähr folgende:

Kohlenstoff	74	pCt.
chemisch gebundenes Wasser	24,5	„
Asche	1,5	„

die von gelagerter Rothkohle:

Kohlenstoff	66,5	pCt.
chemisch gebundenes Wasser	22	„
hygroskopisches Wasser	10	„
Asche	1,5	„

Der Torf.

Torf. Der Torf ist das Produkt der freiwilligen Zersetzung von Vegetabilien, wozu auch noch Mineralstoffe, wie Sand, Lehm, Thon, Kalk, Eisenkies, Eisenocker u. s. w. kommen. Torflager werden sich vorzüglich an solchen Orten bilden, welche zwar noch eine genügende Temperatur zur Entwickelung der Vegetation, aber vor Allem stehendes Wasser besitzen, welches den Torf den grössten Theil des Jahres von der Luft abschliesst; es stauen sich die Wasser an und bilden Sümpfe, in denen die Sumpf- oder Torfpflanzen, vorzüglich folgende Arten wachsen: *Eriophorum*, *Erica*, *Calluna*, *Ledum palustre*, *Hypnum*, vor Allem aber *Sphagnum*, welche Pflanze zur Torfbildung sich vorzugsweise eignet, weil sie nie ganz abstirbt, sondern oben beständig fortwächst und sich verzweigt, während die älteren Theile vertorfen.

Die abweichende Beschaffenheit des Torfes ist theils von der Verschiedenheit der Pflanzen abhängig, aus denen er sich bildet, theils von der vollkommeneren oder unvollkommeneren Zersetzung der Vegetabilien, theils auch von der Natur und der Quantität der mit der Torfsubstanz sich vermengenden erdigen Theile. Es ist einleuchtend, dass der verschiedene Druck, welchem der sich bildende Torf unterliegt, auf die Dichtigkeit seiner Masse von Einfluss ist. Nach der Verschiedenheit der Vegetabilien, aus welchen der Torf sich erzeugte, lassen sich unterscheiden:

1) Moortorf, zu welchem Sphagnumarten hauptsächlich das Material darboten;

2) Haidetorf, der besonders aus den Wurzeln und Stämmen der eigentlichen Haidepflanzen sich erzeugte;

3) Wiesentorf, aus Gras und Schilf gebildet;

4) Wald- oder Holztorf, der hauptsächlich aus dem Holze von Waldbäumen entstand;

5) Meertorf, der aus Tangen sich bildete.

Hinsichtlich seiner Gewinnung theilt man den Torf ein 1) in Stechtorf, welcher unmittelbar aus den Torfmooren in ziegelähnlichen Stücken ausgestochen

wird; die Ziegel der obersten jüngeren und faserigen Schicht heissen Rasentorf, die der darunter liegenden schweren Moortorf; 2) Baggertorf und 3) Streich- und Presstorf werden aus breiförmiger Moormasse, deren weiche Beschaffenheit das Stechen nicht zulässt, gebildet oder gleich Mauerziegeln geformt. Ist die Masse zu dünnflüssig, wie es in Holland, Westphalen, auch im nördlichen Frankreich der Fall ist, so wird ein Theil des Wassers durch die sogenannten Baggernetze abgeseiht. Diese Operation nennt man das Baggern und den so erhaltenen Torf Baggerdorf. Um dem Torf eine grössere Dichte zu ertheilen, wird er zuweilen durch besonders construirte Torfpressen gepresst und führt dann den Namen Presstorf.

Der Wassergehalt von frischem Torf ist sehr beträchtlich; durch längeres Lagern kann er 45 pCt. von seinem ursprünglichen Gewichte verlieren. Nehmen wir mit Scheerer an, dass die organische Masse des Torfes als bestehend betrachtet werden kann aus

Kohlenstoff	60 pCt.
Wasserstoff	2 „
Wasser	38 „

so besteht die beste Sorte von lufttrocknem Torf aus

fester Torfmasse (incl. Asche)	75 pCt.
hygroskopischem Wasser	25 „

oder aus

Kohlenstoff	45,0 pCt.
Wasserstoff	1,5 „
chemisch gebundenem Wasser	28,5 „
hygroskopischem Wasser	25,0 „

Die Zusammensetzung der Torfasche ergiebt sich aus folgenden Analysen. Charakteristisch ist der Gehalt an Phosphorsäure, welcher weit grösser ist, als in der Holzasche.

Nach E. Wolff enthielten zwei Torfaschen aus der Mark (a und b) und nach mir eine Torfasche aus Südbayern

	(a)	(b)		(c)
Kalk	15,25	20,00		18,37
Thonerde	20,50	47,00		45,45
Eisenoxyd	5,50	7,59		7,46
Kieselerde	41,00	13,50		20,17
phosphorsauren Kalk mit Gyps	3,10	2,60		
			Alkali, Phosphorsäure, Schwefelsäure, u. s. w.	8,55
				100,00

Entwässern des Torfes.

Die Brauchbarkeit und der Werth einer Torfart ist von ihrem Gehalte an Wasser und mineralischen Bestandtheilen abhängig. Die theilweise Entwässerung geschieht:

1) durch Trocknen an der Luft im Freien oder in Stadeln; der Torf enthält lufttrocken immer noch 25 pCt. hygroskopisches Wasser;

2) durch Darren bei einer Temperatur von 100 bis 120° C. Man wendet hierzu Darröfen oder Darrkammern an, welche entweder durch seine eigene Feuerung oder durch die verloren gegangene Hitze einer andern Feuerung geheizt werden;

3) durch Pressen; die dadurch zu erzielenden Vortheile sind a) Verdichtung der Masse, mithin grösserer pyrometrischer Wärmeeffect, b) vermindertes Volumen, daher bequemerer Transport, namentlich zu Wasser, wo die Transportkosten mehr dem Volumen als dem Gewichte nach berechnet werden; c) Entwässerung. In Bezug auf das Pressen des frischen Torfes hat die Erfahrung gezeigt, dass dasselbe nicht vortheilhaft ist, da sich durch das Pressen der Torf mit einer dichten, dem

Wasser schwer durchdringlichen Rinde überzieht, welche das nachherige Austrocknen bedeutend erschwert.

In neuerer Zeit verdichtet man den Torf dadurch, dass man ihn in noch *nassem* Zustande zerquetscht oder mahlt, um seine ursprüngliche Structur zu zerstören und ihn in einen gleichförmigen Brei zu verwandeln, dessen Verdichtung weit leichter zu bewerkstelligen ist, als die von frischem und rohem Torf. Ein hierher gehöriges Verfahren ist von Challeton eingeführt. Nach dem Verfahren von Exter, wie es z. B. auf dem Haspelmoor bei Augsburg ausgeführt wird, zerkleinert man den getrockneten Torf und presst ihn dann bei solcher Temperatur, dass der durch theilweise Verkohlung entwickelte Theer das Bindemittel bildet. Aber auch ohne Theerbildung erhält der Torf der südbayerischen Hochmoore (wie z. B. in dem Torfwerke Kolbermoor bei Rosenheim) hinreichende Consistenz. Presstorf aus dem Kolbermoor (a) und dem Haspelmoor (b) enthält:

	(a)	(b)
Asche	4,21	8,34
Wasser	15,50	15,50
Kohlenstoff	46,98	49,82
Wasserstoff	4,96	4,35
Stickstoff	0,72	26,99
Sauerstoff	27,63	
	100,00	100,00

Heizwerth des Torfes.

Die Brennbarkeit des Torfes, ist wegen des in der Regel grossen Aschen- und Wassergehaltes geringer als die des Holzes, dasselbe gilt von der Flammbarkeit.

Nach Karmarsch sind ihrem absoluten Wärmeeffect nach

100 Kilogr. gelber	Torf	= 94,6	Kilogr. lufttrocknem Fichtenholz,
„ „ brauner	„	= 107,6	„ „ „
„ „ Erdtorf		= 104,0	„ „ „
„ „ Pechtorf		= 110,7	„ „ „
100 Kubikmeter gelber	Torf	= 33,2	Kubikmeter Fichtenholz,
„ „ brauner	„	= 89,7	„ „
„ „ Erdtorf		= 144,6	„ „
„ „ Pechtorf		= 184,3	„ „

Mit diesen Resultaten stimmen auch die von Brix erhaltenen überein. Karsten giebt an, dass bei Siedeprocessen

$2^1/_2$ Gewichtstheil Torf = 1 Gewichtstheil Steinkohle,
4 Volumen Torf = 1 Volumen Steinkohle.

Die Verdampfungskraft des Torfes ist nach A. Vogel folgende:

	Wasser.	*Verdampfungskraft.*
lufttrockner Fasertorf	10 pCt.	5,5 Kilogr.
Maschinentorf	12—15 pCt.	5—5,5 „
Presstorf	10—15 „	5,8—6,0 „

Neue Verwendung des Torfes.

Der Torf hat seit etwa 8—10 Jahren eine neue Anwendung dadurch gefunden, dass man seine Produkte der trocknen Destillation auf Leuchtmaterialien (Paraffin, Photogen, Solaröl) verarbeitet. Die Gewinnung des Paraffins aus irländischem Torf im Grossen wurde schon 1849 von Reece versucht; fortgesetzte Versuche von Kane und Sullivan ergaben das Resultat, dass 1 Tonne Torf ungefähr 1,36 Kilogr. Paraffin, 9 Liter eines zur Beleuchtung geeigneten flüchtigen Oeles und 4,54 Liter eines fixen Oeles liefere, welches als Maschinenschmiere Anwendung finden könne. Nach Wagenmann liefert ein Torf von der Hebrideninsel Lewis 6—8 pCt. Theer und zwar 2 pCt. Photogen, 1,5 pCt. Solaröl und 0,33 pCt. Paraffin.

100 Th. lufttrocknen Torfes geben im Durchschnitte

leichtes Oel oder Turföl	1,763
Schmieröl	1,771
Asphalt	1,558
Paraffin	0,300
Koks	35,312
Wasser	40,000
Gas	15,625
Kreosot und Verlust	3,669

Torfkohle.

Torfkohle. In vielen Gegenden Deutschlands steht die Verwendung des Torfes als Brennmaterial in keinem Verhältniss zu den vorhandenen Torflagern; grosse Strecken Torfmoore liegen fast unbenutzt oder werden doch nicht in einem solchen Umfange ausgebeutet, als die vorhandene Menge und die Wiedererzeugung des Torfes gestatten. Der Grund davon liegt in der Unbequemlichkeit, welche mit der Verwendung des Torfes verknüpft ist: sein Volumen ist im Vergleich zu seiner Heizkraft meist ein sehr grosses, bei seiner Verbrennung erzeugen sich unangenehm riechende Produkte, welche den Torf zur Zimmerheizung fast unbrauchbar machen. Man sucht daher den Torf dadurch zu verbessern, dass man ihn in Torfkohle verwandelt.

Die Zusammensetzung der Torfkohle ist wegen der schwankenden Zusammensetzung der Torfsorten eine sehr verschiedene.

Nach Scheerer lässt sich die Zusammensetzung der äussersten Glieder auf folgende Weise ausdrücken:

	Torfkohle, erste Qualität.	Torfkohle, schlechteste Qualität.
Kohlenstoff	86	34
hygroskopisches Wasser	10	10
Asche	4	56

Ueber den absoluten und specifischen Wärmeeffect der Torfkohle lässt sich nach den wenigen Daten, die vorliegen, keine sichere Angabe machen. Gewöhnliche Torfkohle kommt in ihrem specifischen Wärmeeffect dem der Holzkohle sehr nahe, im übrigen steht sie in den meisten Fällen bezüglich ihrer Brauchbarkeit hinter der Holzkohle zurück, weil sie wegen ihrer geringen Dichtigkeit und der grossen Menge staubförmiger Asche kein intensives Feuer zu geben vermag. Der Benutzung in Schachtöfen steht ihre leichte Zerdrückbarkeit entgegen, indem sie sich leicht, namentlich in den tieferen Theilen des Schachtes, zu einer dichten Masse zusammenballt, welche der Gebläseluft den Durchgang erschwert und den Schmelzprocess in Unordnung bringt. Dagegen bedient man sich bei Herd-, Pfannen- und Kesselfeuerungen der Torfkohle mit vielem Erfolg. Die aus verdichtetem Torf dargestellte Torfkohle hat eine so grosse Festigkeit und Dichtigkeit, dass dieselbe für den Metallurgen von sehr grosser Wichtigkeit werden kann, wenn ihre Herstellung ohne zu grosse Kosten ausführbar ist.

Die Braunkohlen.

Braunkohle. Eben so wie der Torf ist die Braunkohle ein durch nasse Vermoderung verändertes Holz, wobei jedoch der wesentliche Unterschied stattfindet, dass der Zersetzungsprocess bei der Braunkohle viel weiter vorgeschritten ist, als beim Torfe. Berücksichtigt man allein die Eigenschaften, so lässt sich nicht wohl eine Grenze zwischen Braunkohle und Steinkohle ziehen; nur das geognostische Vorkommen vermag Anhaltepunkte für die Bestimmung einer fossilen Kohlenart zu liefern. Es lässt sich in dieser Hinsicht allgemein sagen, dass jede fossile Kohle, welche jünger ist als Kreide und in Formationen über derselben vorkommt, Braunkohle zu nennen ist; jede Kohle, die in Formationen sich findet, welche älter sind als Kreide, ist als Steinkohle zu bezeichnen. Da der Stickstoffgehalt der Steinkohlen weit grösser ist als der der Braunkohlen, so lässt sich darauf eine Reaction gründen, durch welche man Steinkohle wohl in den meisten Fällen leicht von Braunkohle unterscheiden kann. Letztere, in ihrer Zusammensetzung der Cellulose weit ähnlicher als die Steinkohle, liefert beim Erhitzen in einem Probirglase Dämpfe, die durch vorherrschenden Holzessig sauer reagiren, während bei gleicher Behandlung von Steinkohle, durch vorwaltendes Ammoniak und durch Ammoniakbasen (Anilin,

Lepidin etc.), ammoniakalisch reagirende Dämpfe gewonnen werden. — Nach einer andern Probe erhitzt man die zu untersuchende Kohle im fein gepulverten Zustande mit Kalilauge; Steinkohle lässt die Flüssigkeit farblos, Braunkohle färbt sich durch Bildung von humussaurem Kali braun.

Nach dem verschiedenen Zersetzungsgrade unterscheidet man mehrere Varietäten der Braunkohle:

1) das bituminöse Holz (Lignit) von dem Ansehen des Holzes, in dem nicht selten Stamm-, Ast- und Wurzelstücke deutlich erkennbar sind;

2) die gemeine Braunkohle bildet derbe spröde Massen von muscheligem Bruche. Bei glänzendem Bruche nennt man sie Gagat;

3) die erdige Braunkohle oder Erdkohle ist, wie schon ihr Name andeutet, eine mit vielen erdigen Substanzen gemengte Braunkohle.

Sehr häufig findet sich in den Braunkohlen Schwefelkies (und zwar die rhombische Varietät als Vitriolkies). Ist in derselben die Menge der kiesigen und erdigen Bestandtheile überwiegend, so entsteht daraus die Alaunerde, mit welchem Namen auch ein mit Bitumen und Schwefelkies gemengter Thon bezeichnet wird. Der Aschengehalt der Braunkohlen ist ein sehr verschiedener. Im Durchschnitt lässt sich der Aschengehalt der Braunkohlen zu 5—10 pCt. annehmen. Die Asche besteht wesentlich aus Thonerde, Kieselerde, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxyd. Das hygroskopische Wasser kann bei frisch geförderten Kohlen bis zu 50 pCt. steigen, beträgt aber im lufttrocknen Zustande durchschnittlich 20 pCt., so dass, wenn man den allerdings sehr schwankenden Aschengehalt unberücksichtigt lässt, lufttrockne Braunkohle etwa zusammengesetzt ist aus

Kohle	48—56 pCt.
Wasserstoff	1— 2 „
chemisch gebundenem Wasser	31—32 „
hygroskopischem Wasser	20 „

Die Brennbarkeit der Braunkohle ist geringer, als die des Holzes, ihre Flammbarkeit steht zwischen der des Holzes und der Steinkohle. Nach Scheerer geben die Braunkohlen folgenden Wärmeeffect:

Braunkohlenarten	Wärmeeffect Absol.	Specif.	Pyrom.
Lufttr. fasrige Braunk. mit 20 pCt. hygrosk. Wasser und ohne Asche	0,48	0,55	1800
„ „ „ „ 20 „ „ „ „ 10 pCt. „	0,43	—	—
„ erdige „ „ 20 „ „ „ „ ohne „	0,61	0,79	1975
„ „ „ „ 20 „ „ „ „ 10 pCt. „	0,55	—	—
„ muschlige „ „ 20 „ „ „ „ ohne „	0,69	0,83	2050
„ „ „ „ 20 „ „ „ „ 10 pCt. „	0,62	—	—
Gedarrte fasrige „ „ 20 „ „ „ „ ohne „	0,61	—	2025
„ „ „ „ 20 „ „ „ „ 10 pCt. „	0,55	—	—
„ erdige „ „ 20 „ „ „ „ ohne „	0,76	—	2125
„ „ „ „ 20 „ „ „ „ 10 pCt. „	0,69	—	—
„ muschlige „ „ 20 „ „ „ „ ohne „	0,85	—	2200
„ „ „ „ 20 „ „ „ „ 10 pCt. „	0,76	—	—

Aus dieser Tabelle geht hervor, das lufttrockne Braunkohlen gedarrtes Holz an absolutem und pyrometrischem Wärmeeffect und an specifischem Wärmeeffect das beste Holz um mehr als das Doppelte übertreffen.

Die Verdampfungskraft der Braunkohlen ist folgende:

	Wasser.	*Asche.*	*Verdampfungskraft.*
Böhm. Braunkohle	28,7 pCt.	10,6 pCt.	5,84 Kilogr.
Bituminös. Holz	23,7 „	3,9 „	5,76 „
Erdkohle	47,2 „	4,8 „	5,55 „
Stückkohle	47,7 „	3,1 „	5,08 „

Anwendung der Braunkohle.

Die Anwendbarkeit der Braunkohle ist beschränkter als die der Steinkohle, da sie für solche Zwecke, für welche die backenden Steinkohlen besonders brauchbar sind, nicht benutzt werden kann. Die Braunkohlen sind besonders zu Rostfeuerungen, z. B. in chemischen Fabriken und Salinen, so wie als Heizmaterial für Stubenöfen brauchbar. Die erdige Varietät lässt sich indessen oft nur dann zur directen Feuerung benutzen, wenn sie zuvor eingesumpft und in Formen, gleich den Ziegeln, gestrichen und getrocknet worden. Die Praxis hat gezeigt, dass frisch geförderte Braunkohlen den gelagerten vorzuziehen sind, indem letztere, selbst bei Abwesenheit von Schwefelkies, bei längerem Lagern unter dem Einflusse der Luft und der Feuchtigkeit eine langsame Verbrennung erleiden, wodurch sie an Brennkraft einbüssen.

Eine neue und sehr wichtige Anwendung haben die Braunkohlen darin gefunden, dass man sie der trocknen Destillation unterwirft und auf Paraffin, Solaröl und Photogen verarbeitet. Wagenmann erhielt aus 100 Th. märkischen (a und b) und sächsischen (c) Braunkohlen und Blätterkohle:

	Leichtes Oel (Photogen)	Schweres Oel (Solaröl)	Paraffinmasse (etwa 33 pCt. Paraffin enthaltend)
Braunkohle (a)	0,480	2,710	1,700
Braunkohle (b)	0,366	1,565	1,585
Braunkohle (c)	0,810	3,940	3,910
Blätterkohle	8,169	1,590	12,870

Die Steinkohlen.

Steinkohlen.

Die Steinkohle oder Schwarzkohle ist nächst dem Eisenerze das wichtigste aller Mineralien, die der Bergmann aus der Tiefe zu Tage fördert. Die Eisenproduktion, die grosse Mengen Brennstoff consumirenden Gewerbe, hätten nie die gegenwärtige Ausdehnung erreichen können, wenn nicht die Steinkohle den nöthigen Brennstoff lieferte. Die Steinkohlen dienen zur Heizung und auch zur Dampferzeugung behufs der Bewegung der Maschinen. Wohlfeile Steinkohlen sind daher auch gleichbedeutend mit wohlfeiler Arbeitskraft und bilden somit eine der wichtigsten Grundlagen der heutigen Industrie.

Die Steinkohlen sind mumisirte und verkohlte Ueberreste einer längst untergegangenen Flora, deren hundertfältig über einander gepresste Stämme gegenwärtig regelmässige, oft viele Quadratmeilen ausgedehnte Gebirgsschichten bilden. Ueber den Process, welcher bei der Steinkohlenbildung stattfand, existiren mehrere Ansichten. Die einfachste Ansicht ist wohl die, dass ein sehr langsamer, durch die Erdwärme unterstützter und durch den Druck der aufliegenden Gebirgsschichten modificirter Zersetzungsprocess, welcher auf eine immer reinere Darstellung des Kohlenstoffs hinarbeitete, die Hauptrolle gespielt hat. Daher ist der vollendetste Anthracit fast reiner Kohlenstoff, während die verschiedenen Varietäten der Steinkohle noch um so mehr bituminöse und flüchtige Substanzen enthalten, je weniger weit ihre Zersetzung fortgeschritten ist. Der Wasserstoff und Sauerstoff entweicht mit Kohlenstoff verbunden als Kohlenwasserstoffgas (Grubengas, Methylwasserstoff),

als Steinöl und als Kohlensäure. Der Anthracit in seiner vollendetsten Form ist als dasjenige Produkt zu betrachten, in welchem der Zersetzungsprocess, durch welchen Braun- und Steinkohle sich bilden, sein Ende erreicht hat.

Die allmälige Heranbildung der Cellulose zu Steinkohle und Anthracit lässt sich am besten aus der Vergleichung der Zusammensetzung dieser Stoffe mit ihren Zwischengliedern ersehen:

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Cellulose	52,65	5,25	42,10
Torf von Vulcaire	60,44	5,96	33,60
Lignit	66,96	5,27	27,76
Erdige Braunkohle	74,20	5,89	19,90
Steinkohle (secundäres Gebirge)	76,18	5,64	18,07
Steinkohle (Kohlenformation)	90,50	5,05	4,40
Anthracit	92,85	3,96	3,19

Accessorische Bestandtheile der Steinkohlen. Unter den accessorischen Bestandtheilen der Steinkohlen ist erwähnenswerth der Schwefelkies, welcher entweder als eigentlicher tesseraler Schwefelkies oder als rhombischer Strahl- oder Vitriolkies eine zwar gewöhnliche, aber unliebe Beimengung derselben bildet, indem er durch seinen Schwefelgehalt die Kohle zu gewissen Feuerungszwecken untauglich macht, theils durch seine Vitriolescirung die Kohle auflockert und zersprengt, sogar Selbstentzündungen der Flötze und Lager verursachen kann. Nächst dem Schwefelkies erscheinen nicht selten Bleiglanz, Kupferkies und Zinkblende. Alle diese Sulfurete sind wohl aus den entsprechenden Sulfaten entstanden, welche, in Wasser gelöst, die Steinkohlenflötze durchdrangen und durch die Einwirkung der organischen Substanz reducirt wurden. Von erdigen Mineralien sind besonders Kalkspath, Braunspath, Gyps, Baryt, Schieferthon und der thonige Sphärosiderit, eines der wichtigsten Mineralien der carbonischen Formation, zu erwähnen.

Eintheilung der Steinkohlen. In technischer Hinsicht theilt man die Steinkohlen nach ihrem Verhalten im Feuer ein in:

1) Backkohlen, deren Pulver, in einem Tiegel erhitzt, schmilzt und zu einer gleichförmigen Masse zusammenbackt;

2) Sinterkohlen, deren Pulver nur zu einer festen Masse sich vereinigt, ohne eigentlich zu schmelzen;

3) Sandkohlen, wenn das Pulver keinen Zusammenhang bekommt.

Wenn wir diese Eintheilung beibehalten, so zeigt die elementare Zusammensetzung, verglichen mit ihrem chemischen und physikalischen Verhalten, dass die Backkohlen entweder ein aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehendes Bitumen enthalten, oder, was wahrscheinlicher ist, dass eine solche Verbindung bei höherer Temperatur aus ihnen sich bilde; dass die in den Sinterkohlen vorhandene grössere Sauerstoffmenge die Quantität dieses Bitumens verringert, aber seine Bildung nicht verhindert. Bei den Sandkohlen bildet sich dieses Bitumen in noch geringerer Menge.

Anthracit. Der Anthracit oder die Kohlenblende ist, wie schon erwähnt, als dasjenige Produkt des Zersetzungsprocesses, durch welchen überhaupt Steinkohlen gebildet werden, zu betrachten, in welchem jener Process sein eigentliches Ziel und Ende erreicht hat. Der Anthracit findet sich im Uebergangsgebirge vorzugsweise zwischen den Schichten des Thonschiefers und der Grauwacke, sowie zwischen Glimmerschiefer und auf solchen Gängen, welche jene Formation durchsetzen. Der Anthracit ist ein völlig unkrystallinischer Körper, wodurch er sich vom Graphit unterscheidet.

Jacquelain erhielt bei der Analyse folgender Anthracite nachstehende Resultate:

	Kohlenstoff.	Wasserstoff	Sauerstoff.	Stickstoff.	Asche.
aus Swansea	90,58	3,60	3,81	0,29	1,72
„ Sablé	87,22	2,49	1,08	2,31	6,90
„ Vizille	94,09	1,85	„	2,85	1,90
„ d. Isère-Dep.	94,00	1,49	„	0,58	4,00

Man hat die Brauchbarkeit des Anthracits als Brennmaterial lange Zeit verkannt. Er lässt sich indessen bei zweckmässiger Behandlung, besonders bei kräftigem Gebläse, vortheilhaft auf manchfache Weise benutzen. In Swansea und in Pennsylvanien wendet man den Anthracit als Reductionsmittel der Eisenerze in Hohöfen (Anthracithochöfen) an. Man benutzt ausserdem den Anthracit beim Kalkbrennen, Ziegelbrennen, in Salinen, selbst für häusliche Zwecke als Brennmaterial.

Backkohle. Die Backkohle (Fettkohle) ist ausser ihrem Verhalten im Feuer durch dunkelschwarze Farbe und leichte Entzündlichkeit charakterisirt. Der Kohlenstoffgehalt wechselt von 50 — 86 pCt. Der Wasserstoff waltet bedeutend über den Sauerstoff vor. Sie eignen sich besonders zur Leuchtgasfabrikation (Gaskohle) und hinterlassen zusammengebackene, klein- oder grossblasige Koks von metallischem Glanze. Wegen ihres grossen Wasserstoffgehaltes lassen sie sich leichter entzünden als die übrigen beiden Steinkohlensorten und geben aus diesem Grunde die längste Flamme. Sehr stark backende Kohlen eignen sich für sich allein für Flammenfeuer nicht, weil sie in Folge ihres starken Aufblähens den Rost verstopfen und dadurch den Luftzug hindern, und weil sie wohl eine schnelle, aber keine anhaltende Hitze geben. Dagegen ist Backkohle besonders gut anwendbar zum Schmieden des Eisens (Schmiedekohlen), weil sie während des Brennens zu einer Masse zusammensintert, durch welche die Gebläseluft zusammengehalten, der Wärmeeffect gesteigert und an Brennmaterial gespart wird.

Sinterkohle. Die Sinterkohle hat eine mehr ins Eisengrau gehende Farbe; Oberfläche und Bruch sind oft sehr glänzend. Die Koks, die sie hinterlassen, sind dicht zusammengesintert. Sie ist weit schwieriger entzündlich als die Backkohle und enthält sehr häufig viel Schwefelkies; sie eignet sich ganz vorzüglich zur Entwickelung von schneller und zugleich anhaltender Hitze und passt deshalb für den Flammen- und Schachtofenbetrieb, für Tiegelschmelzungen, unter Kesselfeuerungen u. s. w.

Sandkohle. Die Sandkohle ist die geringste Kohlensorte; sie ist sehr sauerstoffreich, schwindet stark beim Verkoken und hinterlässt einen aus kleinen Stücken bestehenden Koks. Sie wird vorzugsweise in Fällen angewendet, wo es sich weniger um die Art des Feuers, als um möglichste Billigkeit handelt, wie beim Ziegel- und Kalkbrennen.

Zusammensetzung der Steinkohlen. Nimmt man den hygroskopischen Wassergehalt der Steinkohlen zu 5 pCt. und ihren durchschnittlichen Gehalt an Asche ebenfalls zu 5 pCt. an, so ergiebt sich für die mittlere Zusammensetzung der Steinkohlen:

	Kohle.	Wasserstoff.	Chem. gebundenes und hygrosk. Wasser.	Asche.
Sandkohle	69	3	23	5
Sinterkohle	75	4	16	5
Backkohle	78	4	13	5

Die Steinkohlenasche hat die qualitative Zusammensetzung der Braunkohlenasche und besteht wesentlich aus Thonerdesilikat oder aus Gyps und Schwefeleisen, ausserdem auch noch aus Kalk und Magnesia an Kohlensäure gebunden, Eisen- und Manganoxyd, so wie aus geringen Mengen von Chlor und Spuren von Jod.

Wärmeeffect. Der Wärmeeffect von Steinkohlen von mittlerer Zusammensetzung, ihr specifisches Gewicht und ihre Zusammensetzung sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Zusammensetzung.					Wärmeeffect.					
Steinkohlenart	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Chem. geb. Wasser.	Hygrosk. Wasser.	Asche.	absoluter	specifischer	pyrometrischer	1 Theil reducirt Blei	1 Theil erwärmt Wasser von 0—100° C.	Specifisches Gewicht.
Anthracit	85	3	2	5	5	0,96	1,44	2350°	26—33	60,5—74,7	1,41
Backkohle	78	4	8	5	5	9,93	1,17	2300°	23—31	52,8—72	1,13—1,26
Sinterkohle	75	4	11	5	5	0,89	1,16	2250°	19—27	44 —61,6	1,13—1,30
Sandkohle	69	3	18	5	5	0,79	1,06	2200°	21—31	50 —71	2,05—1,34

In der Praxis nimmt man an, dass das Heizvermögen einer guten Steinkohle dem der Holzkohle nahe komme und das des trocknen Holzes um das Doppelte übertreffe. Bei Schmelzprocessen verhält sich die Heizkraft von Steinkohlen zu Holz dem Volumen nach wie 5 : 1, dem Gewichte nach wie 15 : 8. Nach den Versuchen von Karsten sind in Flammenöfen in der Wirkung

100 Volumen Steinkohle = 700 Volumen Holz
100 Gewichtsth. „ = 250 Gewichtsth. „

bei Siedeprocessen

100 Volumen Steinkohlen = 400 Volumen Holz = 400 Volumen Torf
100 Gewichtsth. „ = 160 Gewichtsth. „ = 250 Gewichtsth. „

Verdampfungskraft der Steinkohlen. Die Verdampfungskraft der Steinkohlen bildet für eine technische Untersuchung den allerwichtigsten Gesichtspunkt. Sie erscheint als der Ausdruck von drei Factoren, nämlich 1) dem Gehalt an hygroskopischem Wasser, 2) dem Gehalt an unverbrennlichen Theilen, 3) der Zusammensetzung der organischen Substanz. Da, wie Hartig's Versuche ergeben haben, die Verdampfungskraft der verbrennlichen Substanz bei den meisten Steinkohlen gleich (= 8,04—8,30 Kilogr. Dampf) ist, so kann man den Verdampfungswerth einer Kohle einfach durch eine Wasser- und Aschenbestimmung erfahren. Nach W. Stein kann die praktische Nutzleistung der Steinkohlen zu $^2/_3$ der aus der chemischen Zusammensetzung berechneten angenommen werden.

1 *Kilogr. rohe Kohle gab beim Versuch an Wasserdampf in Kilogr.*

Russkohle von Würschnitz	6,57 Kilogr.
Pechkohle „ „	6,55 „
Pechkohle von Zwickau	6,45 „
Russkohle „ „	6,44 „

Bogheadkohle. Unter dem Namen Bogheadkohle oder Torbane-Hill-Kohle versteht man einen in Schottland und auf den Hebriden in grosser Menge sich findenden bituminösen Thon, der zuweilen fälschlich für Steinkohle angesehen worden ist. Sie liefert nur geringe Koks und giebt bei der trocknen Destillation Paraffin, Solaröl und Photogen, während die Steinkohle Naphtalin und Benzol liefert.

100 Th. Bogheadkohle enthalten

Kohlenstoff	60,9	65,3
Stickstoff	0,7	0,7
Wasserstoff	9,1	9,1
Schwefel	0,3	0,1
Sauerstoff	4,3	5,4
Wasser	0,3	0,5
Asche	24,1	18,6

Die Bogheadkohle findet sowohl als Brennmaterial, so wie zur Gasbereitung und Fabrikation von Paraffin und Solaröl Anwendung.

Koks.

Koks. Unter **Koks** versteht man die durch Verkohlung der Steinkohle dargestellte Kohle, welche, je nachdem Back-, Sinterkohle oder Sandkohle zu ihrer Darstellung gedient hatte, als **Backkoks**, **Sinter-** und **Sandkoks** unterschieden werden. Mit dem Namen **Gaskoks** bezeichnet man die bei der Bereitung des Leuchtgases aus Steinkohlen in den Retorten zurückbleibenden Koks.

Das Verkoken sehr häufig, obgleich fälschlich, Abschwefeln genannt, hat zum Zweck:

1) den Kohlenstoffgehalt zu vergrössern, um mit dem Koks eine höhere Temperatur als mit den Steinkohlen hervorbringen zu können,

2) die während des Brennens, namentlich zum häuslichen Gebrauch, unangenehmen, riechenden Bestandtheile zu entfernen,

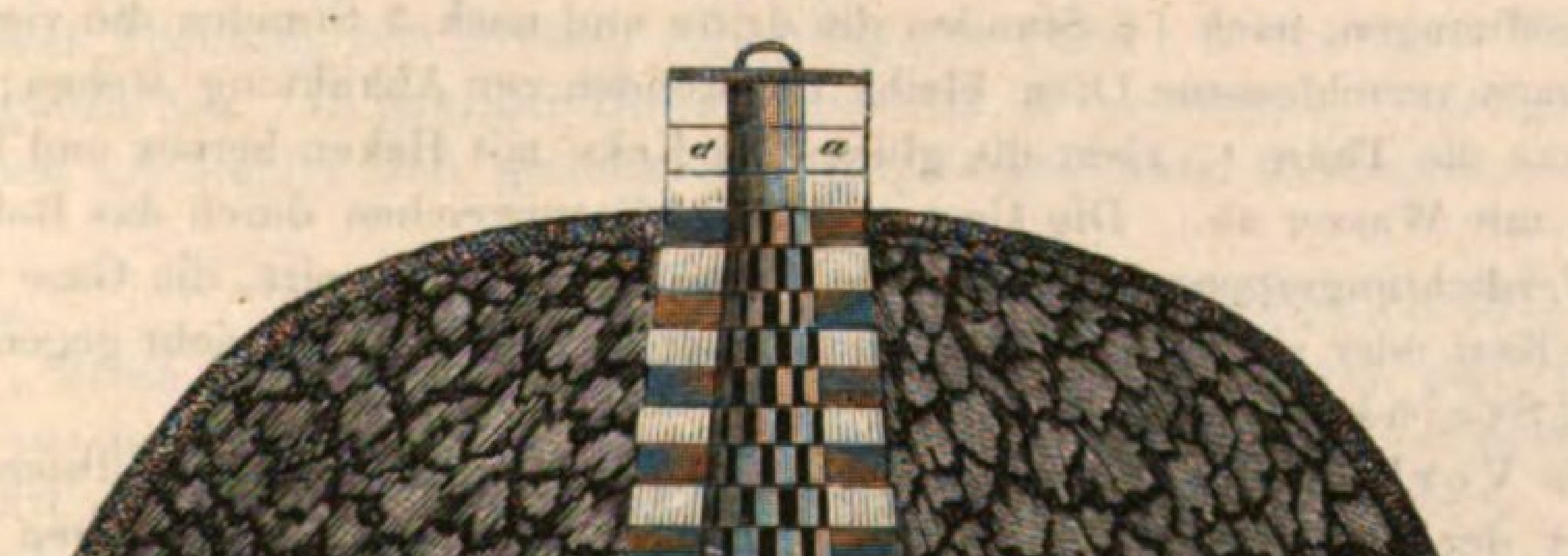
3) den Steinkohlen die Eigenschaft zu benehmen, in der Hitze teigig zu werden, wodurch, besonders bei der Anwendung in Schachtöfen, die Gebläseluft durchzudringen verhindert wird,

4) einen Theil des Schwefels des in den Steinkohlen häufig enthaltenen Schwefelkieses zu entfernen.

Das **Verkoken der Steinkohlen** geschieht entweder in **Oefen**, in **Haufen** oder in **Meilern**. Beim Verkoken in **Oefen** beabsichtigt man in der Regel, die sich gasförmig entwickelnden Produkte aufzufangen, wie bei der Leuchtgasbereitung.

Die **Meilerverkokung** ist der Meilerverkohlung sehr ähnlich. Man mauert auf der Kohlenmeilerstätte eine etwa 3 — $4^1/_2$ Fuss hohe Esse auf, welche dem später errichteten Meiler als Quandelschacht dient. Diese Esse hat einen Durchmesser von 1 Fuss und ist mit mehreren Reihen Zuglöchern (Fig. 257) versehen,

Fig. 257.



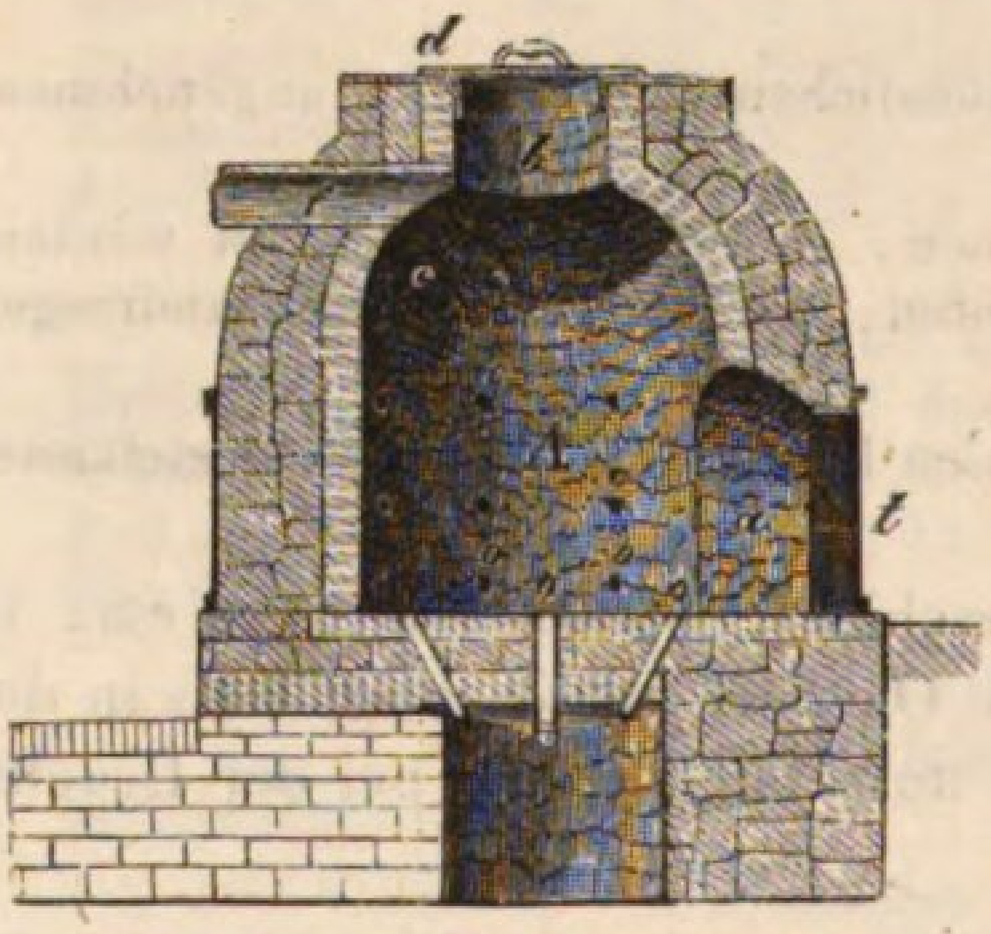
durch welche der Canal mit der Kohlenmasse in Verbindung bleibt. Die grösseren Steinkohlenstücke (Wände) legt man rings um die Esse, die kleineren nach der Peripherie zu, wodurch der Meiler sich abrundet. Die Zwischenräume der grösseren Stücke werden mit Steinkohlenklein (*Cinder*) ausgefüllt. An der Sohle des Meilers bildet man von der Peripherie nach der Esse führende Züge oder Luftkanäle. Auf die Sohle des Essenschachtes wirft man trockne Holzspäne und zündet sie von oben an. Der Meiler bleibt so lange im Treiben, so lange noch Rauch entweicht; danach wird die Essenmündung durch den eisernen Deckel verschlossen und die Mündungen der Zugkanäle werden mit Lösche bedeckt. In England beschleunigt man die Abkühlung durch Anwendung von kaltem Wasser; es soll dadurch ausserdem eine

vollständigere Entschwefelung der Koks bewirkt werden. Die Haufenverkokung ist der Haufenverkohlung ganz ähnlich.

Ofenverkokung. Wenn wir von der Verkokung der Steinkohlen in Retortenöfen zum Zwecke der Darstellung von Leuchtgas absehen, so haben wir die Ofenverkokung von Stückkohlen und von Staubkohlen (Grubenklein), zu betrachten.

Einen zum Verkoken von Stückkohlen gebräuchlichen Verkokungsofen zeigt beistehende Zeichnung (Fig. 258). Der cylindrische, oben mit einer durchlochten Wölbung versehene Verkokungsraum *A* ist an seinen Wänden mit Registeröffnungen *o*, *o*, *o* versehen, welche von aussen mittelst passender Stöpsel verschlossen werden können. Auch in der Ofensohle befinden sich solche Oeffnungen, wodurch dieselbe zu einer Art Rost wird. Mit grösserem Vortheile wird indessen die Sohle massiv gebaut, wenn man dafür sorgt, dass die unterste Reihe der Registeröffnungen unmittelbar über der Ofensohle ausmündet. Das Einsetzen der zu verkokenden Steinkohlen geschieht theils durch die Gewölbeöffnung *b*, theils durch die Thüre *a*. Nachdem der Ofen bis zum unteren Theil des Ableitungsrohres *r* gefüllt ist, wird die Thüre bis auf die Mündung der Zündgase vermauert, werden alle Registeröffnungen mit Ausnahme der untersten Reihe geschlossen, wird auch die Oeffnung des Gewölbes mit dem eisernen Deckel *d* bedeckt. Sobald sich die Steinkohlen durch die unterste Reihe der Registeröffnungen in orangefarbener Glut zeigen, schliesst man diese und öffnet die darüber befindliche Reihe, was nach etwa 10 Stunden der Fall ist, nach abermals 10 Stunden schliesst man die zweite Reihe der Registeröffnungen, nach 16 Stunden die dritte und nach 3 Stunden die vierte. Der vollkommen verschlossene Ofen bleibt 12 Stunden zur Abkühlung stehen; alsdann öffnet man die Thüre *t*, zieht die glühenden Koks mit Haken heraus und löscht sie sogleich mit Wasser ab. Die Gase und Dämpfe entweichen durch das Rohr *r* nach einem Verdichtungsapparat, welcher die Theerdämpfe condensirt, die Gase aber entweichen lässt oder sie als Leuchtgas verwendet. 1 Ctr. Kohlen giebt gegen 10 Liter Theer (Steinkohlentheer).

Fig. 258.



Die Verkokung von Staubkohlen geschieht auf überwölbten Herden, nach Art der Backöfen gebaut. Der Abfall der Kohlen an den Gruben (Grubenklein, Fettschrot, Schrot) lässt sich durch das Verkoken sehr vortheilhaft verwerthen, wenn der Abfall von Backkohlen herrührt, weil die Theilchen beim Erhitzen zusammenbacken und einen eben so cohärenten Koks liefern als die Stückkohlen. In vielen Fällen müssen die Staubkohlen vor dem Verkoken einem Klaubeprocess unterworfen werden, um Stücke des Gebirgsgesteins, namentlich des Schieferthones, und andere fremde mineralische Substanzen von der Kohle zu trennen.

Eigenschaften und Brennwerth der Koks. Die Koks bilden, wenn sie zweckmässig dargestellt worden sind, eine gleichartige, dichte und feste Masse, die schwer zu zerbrechen und zu zerdrücken ist und keine allzu grossen Blasenräume enthalten darf. Koks, aus backenden Stückkohlen in Meilern dargestellt, zeigen blumenkohlähnlich gewundene Contouren. Die Farbe ist schwarzgrau bis eisengrau, der Glanz ein matter Metallglanz. Schwefel soll sich in gutem Koks nur in sehr geringer Menge finden. Der Schwefel findet sich in der Steinkohle bekanntlich als Schwefel- oder Eisenkies;

während des Verkokens destillirt aber nur ein Theil des Schwefels ab und es bleibt eine niedrigere Schwefelungsstufe des Eisens zurück, welche noch fähig ist, an erhitztes Eisen und Kupfer Schwefel abzugeben und demnach Metallgegenstände (Rohrstäbe, Dampfkessel) zu zerstören, oder auf das Schmelzprodukt (Roheisen) schädlich einzuwirken.

Zusammensetzung und Brennwerth der Koks.

Die mittlere Zusammensetzung guter gewöhnlicher Koks ist folgende:

Kohlenstoff	85—92 pCt.
Asche	3— 5 „
Hygroskopisches Wasser	5—10 „

Wegen ihrer Dichte und des Mangels an brennbaren Gasen ist die Brennbarkeit der Koks so gering, dass sie zu ihrer Entzündung starke Glühhitze und zum Fortbrennen einen gepressten Luftstrom verlangen. Ihr Wärmeeffect und ihr specifisches Gewicht geht aus folgender Tabelle hervor:

Kokssorten.	Wärmeeffect.			Spec. Gew.
	Absol.	Spec.	Pyrometr.	
Gute Koks mit 10 pCt. hygroskopischem Wasser und 5 pCt. Asche	0,84	—	2350°	—
Vorzügliche Koks mit 5 pCt. hygroskopischem Wasser und 3 pCt. Asche.	0,92	—	2400°	—

Nach einer grossen Anzahl auf preussischen Hütten angestellter Versuche sind bei einem mit erhitzter Luft stattfindenden Hohofenbetriebe:

100 Gewichtstheile Koks = 80 Gewichtstheilen Holzkohlen
100 Volumen „ = 250 „ „

Künstliche Brennstoffe.

Künstliche Brennstoffe.

Unter künstlichen Brennstoffen versteht man ein ursprünglich pulverförmiges Brennmaterial, in der Regel Hüttenabfall, wie Steinkohlenklein, Sägespäne, welchem man durch Vermischen mit einem Bindemittel, gewöhnlich mit Theer oder Thonbrei, und Pressen eine geeignete Form, in der Regel die von Ziegeln gegeben hat. In gewisser Hinsicht gehören die gepressten Torfziegel und die in Formen gestampfte und getrocknete, ausgelaugte Lohe (Lohkuchen, Lohkäse) hierher.

Peras.

Erwähnenswerth ist die künstliche Stückkohle oder die Peras, deren Darstellung aus Klein von backenden Kohlen seit einer Reihe von Jahren von dem Ingenieur Marsais, Director der Steinkohlengruben zu St. Etienne, eingeführt worden ist. Das Wesentliche des Verfahrens besteht darin, dass man das Kohlenklein zuerst wäscht, um sowohl die schweren Verunreinigungen wie Kies und Steine, als auch die abschlämmbaren Theile wie Thon und Erde abzuscheiden. Die durch diesen Scheideprocess gewonnene reinere Kohle wird zum Abtropfen in Haufen gebracht, hierauf mit Hülfe von cannelirten Walzen zu Pulver gemahlen, das Pulver getrocknet, noch warm mit 7 — 8 pCt. eingedicktem Steinkohlentheer vermischt und die heisse Masse in Formen gepresst, wodurch Ziegel mit abgerundeten Ecken, je etwa 20 Pfd. schwer, erhalten werden, welche nach dem Erkalten eine ziemliche Härte besitzen. Die Peras zerbrechen nicht so leicht wie die meiste natürliche Stückkohle; sie lassen sich weit besser magaziniren, indem $^1/_5$ an Raum gespart wird.

Kohlenziegel oder Briquettes.

Stark backende Kohlen lassen sich selbst ohne Theerzusatz durch Pressen unter hydraulischen Pressen zu einer cohärenten Masse vereinigen, wenn man sie in verschlossenen Gefässen bis auf 400—500° C., d. h. bis zu dem Punkte erhitzt, bei welchem sie zu erweichen beginnen, und sie nochmals einem starken Drucke aussetzt. Auf

diese Weise sind die Kohlenziegel oder Briquettes dargestellt, die in neuerer Zeit unter dem Namen Patentkohle von Wylam, von Bessemer, von Warlich und Andern auf den Markt kommt.

Hierher gehört auch die geformte Holzkohle (Pariser Kohle), welche seit ungefähr 15 Jahren von Popelin-Ducarre in Paris in den Handel gebracht wird; sie besteht aus Holzkohle, welcher man durch Beimischen von Holztheer und Verkohlung des letzteren Cohärenz ertheilt hat. Die Holzkohle wird mit 8—12 pCt. Wasser versetzt und zwischen glatten Walzen zu einem gröblichen Pulver gemahlen. 100 Kilogramm Kohlenpulver werden mit 33 — 40 Liter Steinkohlentheer durchknetet; die durchknetete Masse wird darauf in einer eigens hierzu construirten Maschine in die Form von Cylindern gebracht. Die geformten Kohlencylinder werden 36—48 Stunden lang an der Luft ausgetrocknet und darauf in Muffelöfen verkohlt.

Die geformten Kohlen haben vor den gewöhnlichen Kohlen den Vorzug, dass sie wenig zerreiblich, daher leicht transportabel sind, mehr Hitze geben, langsamer und regelmässiger verbrennen; ein Stück einmal angezündet brennt an der Luft fort, was bekanntlich die Koks nicht thun.

Gasförmige Brennmaterialien. Die Benutzung gewisser brennbarer Gase und Gasgemenge als Brennmaterial bei hüttenmännischen Processen ist schon seit einer Reihe von Jahren vorgeschlagen worden, jedoch erst in neuester Zeit zur Ausführung gelangt. Die gegenwärtig als Brennmaterial angewendeten Gase sind ausser dem gewöhnlichen Leuchtgas entweder Gichtgase oder Generatorgase.

Gichtgase. Mit dem Namen Gichtgase bezeichnet man nicht nur die der Gicht entströmenden Gase, sondern überhaupt eine jede Flamme, welche aus einem hüttenmännischen Ofen unbenutzt entweicht. Die Zusammensetzung der Gichtgase richtet sich selbstverständlich nach der Art des angewendeten Brennstoffes, nach der Temperatur und dem Druck der Verbrennungsluft und nach der Höhe über der Form, in welcher die Gase aufgefangen wurden. Sie sind stets Gemenge von Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffen, Wasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff, bei Anwendung von Steinkohlen oder Koks enthält das Gasgemenge auch Ammoniak.

Generatorgase. Die Generatorgase sind brennbare Gase, welche in einem besonderen Ofen, dem Generator, aus festen Brennstoffen erzeugt worden sind. Sie finden bei den verschiedensten technischen Processen Anwendung, indem dadurch Gelegenheit gegeben ist, Brennmaterialien geringster Qualität nutzbar zu machen.

Die Generatorgase haben nach Ebelmen dem Gewichte nach folgende Zusammensetzung:

Generatorgase aus	*Holzkohlen.*	*Holz.*	*Torf.*	*Koks.*
Stickstoff	64,9	53,2	63,1	64,8
Kohlensäure	0,8	11,6	14,0	1,3
Kohlenoxyd	34,1	34,5	22,4	33,8
Wasserstoff	0,2	0,7	0,5	0,1

In England wurde nach Percy mehrere Jahre lang auf Eisenhütten ein Gasgemisch angewendet, das man durch Einleiten von Hochdruckdämpfen in mit Koks angefüllte rothglühende Retorten erhält.

Die Heizung und Feuerung *).

Allgemeines.

Allgemeines. Unter Heizung verstehen wir das Erwärmen eines hohlen Raumes nebst den darin befindlichen Gegenständen durch die bei der Verbrennung der

*) Unentbehrliche Werke über Pyrotechnik sind: C. Schinz, Die Wärme-Messkunst, Stuttgart 1858 und E. Péclet, Traité de la chaleur; troisième édition, Paris 1861—62, 3 Volumes.

Brennmaterialien erzeugte Wärme. Der hohle Raum sei nun ein Zimmer, eine Fabrik, ein Gewächshaus, ein Dampfkessel, ein Schachtofen u. s. w. Es ist die Aufgabe der Technik (in diesem Falle Pyrotechnik), durch die Verbrennung eines Brennmaterials behufs der Heizung nicht nur eine möglichst grosse Wärmemenge, sondern auch einen möglichst hohen Wärmegrad zu entwickeln und diese Wärme auch so vollständig als möglich zu verwerthen. Um durch die Verbrennung eines Brennstoffes den absoluten und specifischen Wärmeeffect so weit als thunlich zu erreichen, muss die Verbrennung eine vollständige sein, es darf nicht nur kein brennbarer Theil der Verbrennung entgehen, es müssen auch Vorkehrungen getroffen werden, dass jeder verbrennliche Theil durch die Verbrennung die höchste Oxydationsstufe erreiche. Wie wichtig für die Praxis das letztere ist, geht daraus hervor, dass

1 Th. Kohlenstoff bei seiner Verbrennung zu Kohlenoxyd 2480 Wärmeeinheiten
1 „ „ „ „ „ „ Kohlensäure 8000 „

liefert. Damit die Verbrennung eine vollständige sei, muss dem brennenden Körper die erforderliche Menge Sauerstoff in Gestalt von atmosphärischer Luft zugeführt und die ihres Sauerstoffes theilweise beraubte und mit den Verbrennungsprodukten beladene Luft beständig fortgeführt werden. Ein solcher Luftzug kann entweder durch natürliche Luftcirculation oder durch künstliche Mittel, nämlich durch Saugen oder durch Pressen hergestellt werden. Im ersteren Falle werden die gasförmigen Verbrennungsprodukte durch Exhaustoren hinweggesaugt, wodurch neue Luft nachzuströmen veranlasst wird, im zweiten Falle wird durch ein Gebläse Luft eingepresst und dadurch das Verbrennungsprodukt entfernt. Fast alle Heizungen im engeren Sinne finden bei natürlichem Luftzuge statt.

Alle Heizungsanlagen bestehen aus drei Theilen, dem Feuerherd, dem Heizraum und dem Schornstein. Der Herd (Feuerherd) ist der Ort, in welchem durch Verbrennung eines Brennmaterials zu Zwecken der Heizung Hitze erzeugt wird. Der Heizraum ist der Ort, in welchem die erzeugte Wärme zunächst ihre Wirkung äussern und ihre Benutzung finden soll, und der Schornstein endlich ein in der Regel verticaler, seltener schräg oder in mehrfacher Richtung ansteigender Canal, in welchen mittelst eines kleinen engen Canals (Fuchs) die verbrannten Gase abgeleitet werden, während zugleich durch den Schornstein das Nachströmen frischer Luft auf das Brennmaterial bewirkt wird.

Der Herd oder Feuerherd kann sehr verschiedene Beschaffenheit haben. Die roheste und mangelhafteste Einrichtung, welche auch nur bei sehr brennbaren Materialien wie Holz und Torf möglich ist, besteht darin, das Brennmaterial flach auf dem Herde auszubreiten und einen Luftstrom durch eine Oeffnung in der Ofenthüre hinzuleiten; sie ist deshalb mangelhaft, weil eine grosse Menge Luft, ohne mit dem Brennmaterial in Berührung zu kommen oder zur Unterhaltung des Feuers beizutragen, durch den Ofen hindurchzieht und einen grossen Theil der Wärme mit sich fortführt. Die zum vollständigen Verbrennen des Brennmaterials erforderliche Luft soll durch das Brennmaterial strömen. Zu diesem Zwecke ist die Unterlage für das Brennmaterial durchbrochen und besteht aus mehreren parallel neben einander gelegten Stäben von feuerfestem Thon oder Eisen, dem Rost. Der Raum unterhalb des Rostes heisst Aschenraum oder Aschenfall; obgleich seine Bestimmung nicht nur die ist, die Asche aufzunehmen, sondern auch dem Roste und dem Feuerherde Luft zuzuführen. Zu dem Feuerungsraume führt seitwärts oder von oben eine Oeffnung, das Schürloch, durch welches Brennmaterial aufgeworfen wird; diese Feuerungsmethode trägt den Uebelstand, dass beim Oeffnen des Schürloches kalte Luft über den Rost gelangt, wodurch eine Abkühlung der Luft in dem Schorn-

stein, also Verminderung des Zuges und Rauchbildung, mit anderen Worten Brennstoffverlust stattfindet. Die in neuerer Zeit erfundenen Treppenroste, bei welchen die eisernen Stäbe zwischen den Seitenwänden des Feuerungsraumes treppenförmig in gewissen Zwischenräumen über einander liegen, haben den genannten Uebelstand nicht. Bei einem schwefelhaltigen Brennstoff werden die Roststäbe leicht zerstört; man lässt deshalb meist über dem eigentlichen Roste einen künstlichen Rost von zusammengesinterter Asche sich bilden, welcher auch die Verbrennung von Kohlenklein gestattet.

Da nicht zu allen Perioden einer Heizung ein gleich starker Luftzug erfordert wird, so hat man Vorrichtungen zur Regulirung des Zuges; diese sind: 1) eine Schornsteinklappe, durch welche mit Hülfe einer Zugstange die obere Schornsteinmündung mehr oder weniger gesperrt werden kann, 2) ein Schieber oder Register im Fuchse oder in dem Schornsteine, 3) eine Thüre vor dem Aschenfalle.

Zimmerheizung. Die Zimmerheizung. Die Zimmerheizung kann auf verschiedene Weise vor sich gehen, je nach dem Umstande, ob strahlende oder geleitete Wärme die Heizung bewirkt, und nach der verschiedenen Construction der Heizungsapparate, unterscheidet man

1) Kaminheizung,
2) Ofenheizung,
3) Luftheizung,
4) Canalheizung,
5) Heisswasserheizung,
6) Dampfheizung,
7) Gasheizung.

Directe Heizung. Eine directe Heizung von Räumen durch Verbrennung von Holz und anderem Brennstoff auf offenem Herde, in Kohlenpfannen und kleinen Oefen ohne Schornstein ist wohl die erste und älteste Heizungsmethode gewesen. Mitten in ihren Hütten befindet sich ein Herd, dessen Rauch durch eine im Dache befindliche Oeffnung abzieht. Ziemlich häufig trifft man in den grösseren Städten Frankreichs die üble Gewohnheit, das Zimmer durch eine Kohlenpfanne zu heizen, wodurch die Luft nicht nur verschlechtert, sondern sogar zum Athmen gänzlich untauglich wird. Es ist daher die unmittelbare Erwärmung der Luft durch die Brennmaterialien unter allen Umständen gefährlich.

Kaminheizung. Die Kaminheizung ist seit langer Zeit in Gebrauch; sie gründet sich auf Erwärmung der Luft durch unmittelbare Ausstrahlung der Wärme des Feuers. Sie ist unstreitig die unvollkommenste Heizungsart, da bei ihr ein ausserordentlich grosser Luftwechsel stattfindet, indem in das Kamin nicht allein die zur Unterhaltung des Feuers erforderliche Luft einströmt, sondern auch über die Flamme viel erwärmte Luft in den Schornstein geht, wodurch eine hermetische Abschliessung des Zimmers zur Vermeidung der Abkühlung nicht möglich wird, denn sobald die grosse Quantität der in den Schornstein einströmenden Luft nicht durch neue, durch Fenster und Thüren eindringende Luft ersetzt wird, entsteht ein niederwärts gehender Zug in dem Schornsteine und das Kamin fängt an zu rauchen. Die Kaminheizung eignet sich deshalb in ihrer ursprünglichen Gestalt nur für Länder, welche mildes Klima oder Brennmaterial im Ueberfluss haben. Die Annehmlichkeit dieser Heizungsart, das Feuer beobachten und selbst unterhalten zu können, der fortwährende Luftwechsel und die Construction der Kamine, welche gestattet, die Füsse fortwährend warm zu halten, während der übrige Körper kühl bleibt, welche ferner erlaubt, aus dem Heizapparate eine Zimmerdecoration zu machen, alle diese Umstände sind wohl der Grund, dass man in England und zum Theil auch in Frankreich die Kaminheizung beibehalten hat. Die Heizung mittelst strahlender Wärme durch Kamine hat in ihrer

ältesten, einfachsten und unvollkommensten Form folgende Einrichtung: Am unteren Theile der Mauer, in welcher der Schornstein in die Höhe geht und unmittelbar unter dem Schornsteine befindet sich eine Nische, in der das Feuer brennend erhalten wird. Später hat man die Kamine dadurch verbessert, dass man sie weniger tief in die Mauer legte, damit ihre Wirkung sich mehr auf die Zimmerluft, als auf die Kaminwände erstreckte, dass man den oberen Theil der Nische dort, wo er in den Schornstein tritt, möglichst verengt und sowohl diese Rauchöffnung, als auch die vordere grosse Oeffnung nach dem Zimmer zu mittelst Schieb- oder Flügelthüren verschliesst.

Um neben der strahlenden Wärme auch einen Theil der geleiteten zu benutzen, ohne jedoch dem Kamine das Eigenthümliche zu benehmen, hat man den unmittelbaren Abzug der erwärmten Luft aus der Feuernische in den Schornstein verhindert und eine Circulation der erwärmten Luft, ähnlich wie bei den Zimmeröfen hergestellt. Diese durch Combination von Ofen mit Kamin entstandenen Feuerungen heissen Ofenkamine. Unter ihnen zeichnen sich die von Franklin, Desarnod und Curandeau aus.

Ofenheizung. Die Ofenheizung ist die bei weitem gebräuchlichste. Man verlangt von einem rationell construirten Ofen (Zimmer- oder Stubenofen), dass er brennstoffschonend sei, daher die möglichst vollkommene Verbrennung des Brennmaterials zulasse; dass so viel als möglich die aus dem Brennmaterial entwickelte Hitze an die Ofenwände und den Ofenkörper abgegeben werde und so wenig als möglich in den Schornstein entweiche; dass der Zimmerraum auf einer gleichmässigen Temperatur erhalten werde, und dass gehörige Ventilation dieses Raumes vorhanden sei. Da der Zimmerofen frei in dem zu heizenden Raume steht, so wird sowohl die strahlende, als auch die geleitete Wärme realisirt und es geht in der That von dem Brennstoffe blos die Wärme verloren, welche mit den Verbrennungsgasen abzieht. Der Wärmeverlust wird durch verlängerte Rauchcanäle verringert, wobei jedoch zu bedenken ist, dass der Rauch mit einer Temperatur mindestens von 75° in den Schornstein entweichen muss, damit der erforderliche Zug stattfinde. Es ist zweckmässig, den Ofen vom Zimmer aus zu heizen; gegen die Heizung von aussen gewährt sie den Vortheil einer fortwährenden Lufterneuerung und Brennstoffersparniss, weil beim Heizen von innen diejenige erwärmte Luft, welche beim Heizen von aussen durch die Ausdehnung durch Thüren- und Fensterfugen entweicht, nun zur Heizung des Ofens benutzt wird; wird durch den Zug des von innen geheizten Ofens das Einströmen von kalter äusserer Luft durch die Fugen befördert, so wird auch dadurch das Entweichen von innen erwärmter verhindert.

Die Materialien, aus welchen unsere Zimmeröfen construirt werden, sind Gusseisen, Eisenblech und gebrannter Thon (Kacheln und Ziegel). Das Eisen nimmt als Wärmeleiter die Hitze leicht auf; da die Dicke der Ofenwände in der Regel gering ist, so geht die Hitze des verbrennenden Brennmaterials leicht und rasch in die Umgebung über.

Der gebrannte Thon eignet sich demnach als Ofenmaterial besonders dann, wenn es sich um eine gleichmässige Heizung handelt; so rasch und so reichlich diesem Material auch die Wärme dargeboten werden mag, stets wird es die Wärme bei weitem langsamer und nur nach und nach abgeben. Gemischte Oefen, bei welchen der Heizkasten aus Eisen und der Aufsatz aus Kacheln besteht, vereinigen in gewisser Hinsicht die Vortheile der eisernen und der Kachelöfen, indem durch den eisernen Feuerraum die Heizung des Zimmers beschleunigt wird, der obere aber zum Aufspeichern der Wärme dient.

Je nach dem Ofenmaterial unterscheidet man die Zimmeröfen als

a) Leitungsöfen,
b) Massenöfen,
c) gemischte Oefen.

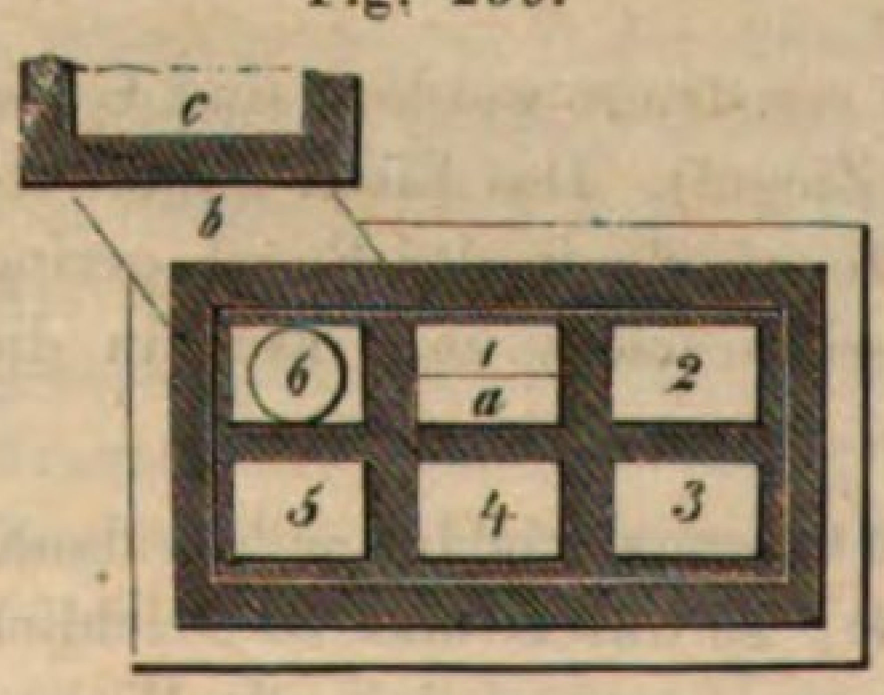
Die eisernen Oefen nennt man Leitungsöfen, insofern sie die im Feuerungsraume entwickelte Wärme so schnell als möglich durch sich hindurchleiten und an die Zimmerluft abgeben. Bei den thönernen Massenöfen geschieht die Erwärmung nicht durch Kanäle oder den Feuerungsraum, sondern dadurch, dass diejenige Wärme, welche während der Verbrennung des Brennstoffes von dem Thone aufgenommen wurde, auch nach dem Verlöschen des Feuers langsam und gleichmässig an die Zimmerluft abgegeben wird. In dem grösseren Theile von Deutschland bedient man sich, mit wenigen Ausnahmen, der Leitungsöfen und der gemischten Oefen, in Russland und Schweden der Massenöfen.

Leitungsöfen. Die Leitungsöfen haben sehr verschiedene Construction. Die älteste ist ohne Zweifel die noch jetzt häufig benutzte Form der Kanonenöfen, ein kanonenähnlicher hohler gusseiserner Cylinder, am oberen Theile mit einem Blechrohre, am unteren mit einer Heizthüre versehen. Sie haben in der Regel ein sehr kurzes Rauchrohr, das sofort in den Schornstein mündet, und sind daher keineswegs brennstoffschonend. Um der Brennmaterialverschwendung zu steuern, wendet man entweder ein langes Rauchrohr an, was aber nicht nur den Heizapparat vertheuert, sondern auch von sehr kurzer Dauer ist, da innerhalb des Rohres sich eine Flüssigkeit bildet (bei Holzfeuerung Holzessig, bei Steinkohlenfeuerung ammoniakalisches Wasser), welche sehr bald das Rohr zerstört; oder man giebt dem Ofen im Innern mehrere verticale Züge, in welchen die Verbrennungsgase einigemal auf- und absteigen, ehe sie in den Schornstein gelangen.

Die sogenannten Durchsichtsöfen, welche wegen der zwischen den Feuerzügen bleibenden Zwischenräume den Vortheil einer grossen, der Zimmerluft dargebotenen Fläche mit gefälliger Form und der Bequemlichkeit, die sogenannten Röhren zum Hineinstellen von Gefässen benutzen zu können, vereinigen, sind entweder ganz von Eisen oder bestehen aus einem eisernen Unterofen mit einem thönernen Aufsatze.

Massenöfen. Von den Massenöfen sind die russischen und die schwedischen Oefen zu erwähnen. Diese Oefen bestehen aus dicken Kacheln aus gebranntem Thon, welche durch eine starke Füllung noch mehr Körper erhalten und so ausgefüttert werden, dass sie eine Stärke von 7 Zoll und darüber erhalten. In dieser Hülle befinden sich verticale Canäle zur Leitung der Verbrennungsgase, deren Anzahl von 4, 6 — 12 steigt.

Fig. 259.



Ein russischer Ofen ist länglich viereckig und hat sechs Rauchcanäle. Fig. 259 zeigt den Grundriss, Fig. 260 (s. folg. S.) eine Ansicht der langen, Fig. 261 der schmalen Seite und Fig. 262 den Längendurchschnitt dieses Ofens. *a* ist der mit einem Gewölbe überdeckte Feuerraum, aus diesem steigt das Feuer in dem Canale 1 in die Höhe, fällt in 2 wieder abwärts, steigt wieder in 3, fällt in 4, steigt in 5, fällt in 6, von wo aus es durch das Ofenrohr in den Schornstein gelangt. Jeder dieser Oefen hat ein 6 — 10 Zoll weites Rauchrohr (einen russischen Schornstein) für sich, welches möglichst vertical bis zum Dache hinaus aufgeführt wird; diese engen Schornsteine haben sich ausserordentlich bewährt und auch in Deutschland seit geraumer Zeit schon eingebürgert. Da ein russischer Ofen als Wärmemagazin dienen soll, so ist ein hermetischer Abschluss nothwendig, sobald das Feuer erloschen ist. Dieser Abschluss wird durch eine besondere Vor-

richtung, die sogenannte G u s c h e (russisch W i u s c h k e) erreicht. In der Nähe der Verbindung des letzten Canales mit dem Rauchrohre ist eine viereckige Platte

Fig. 260.

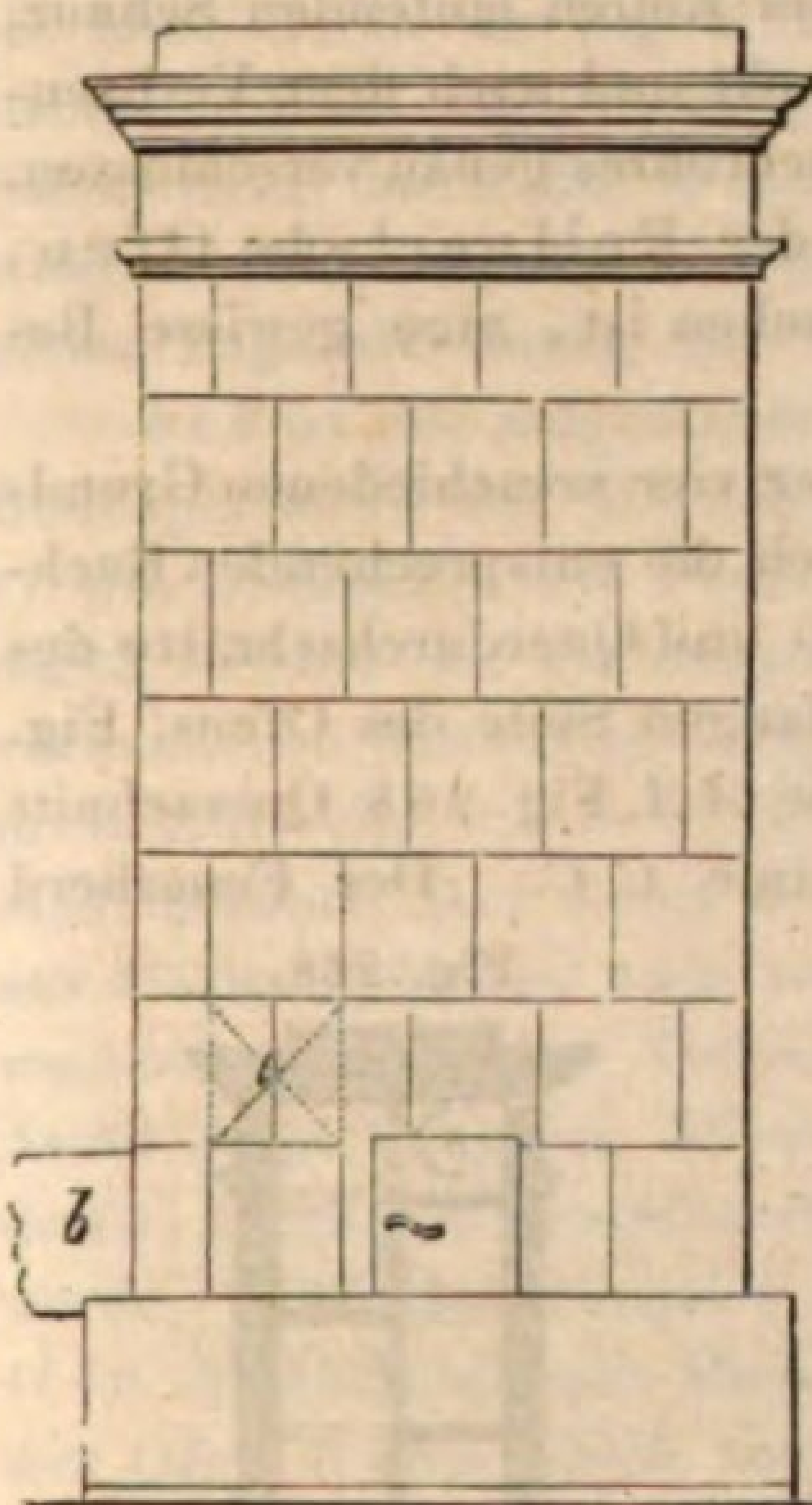


Fig. 261.

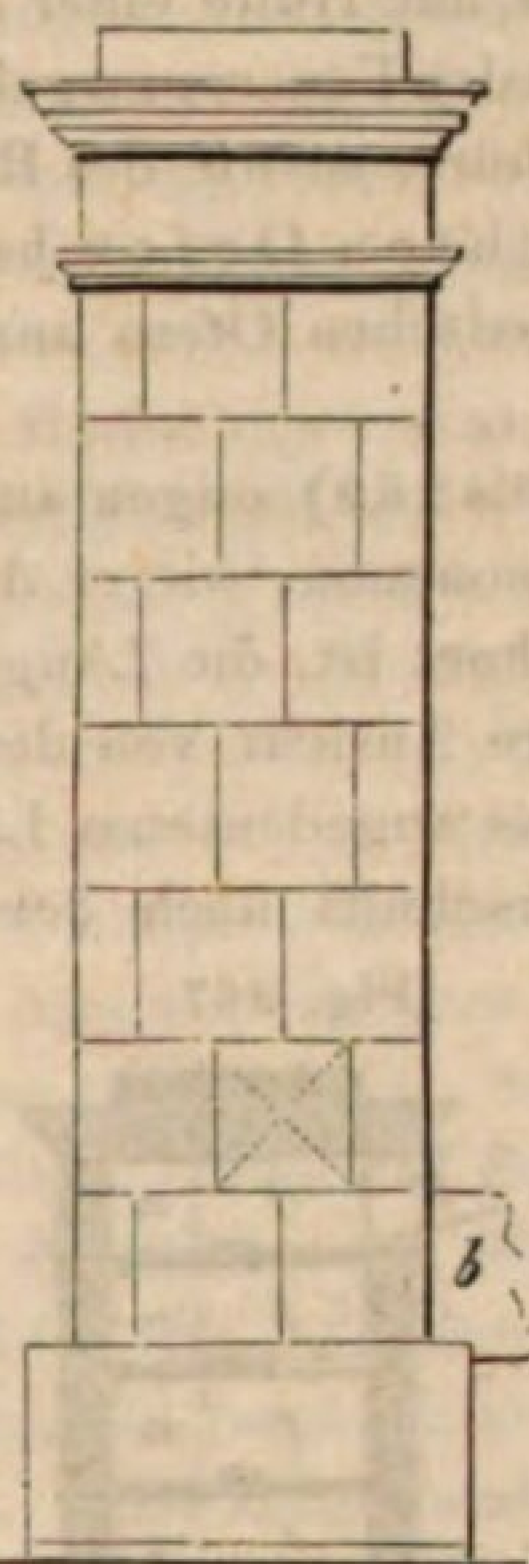
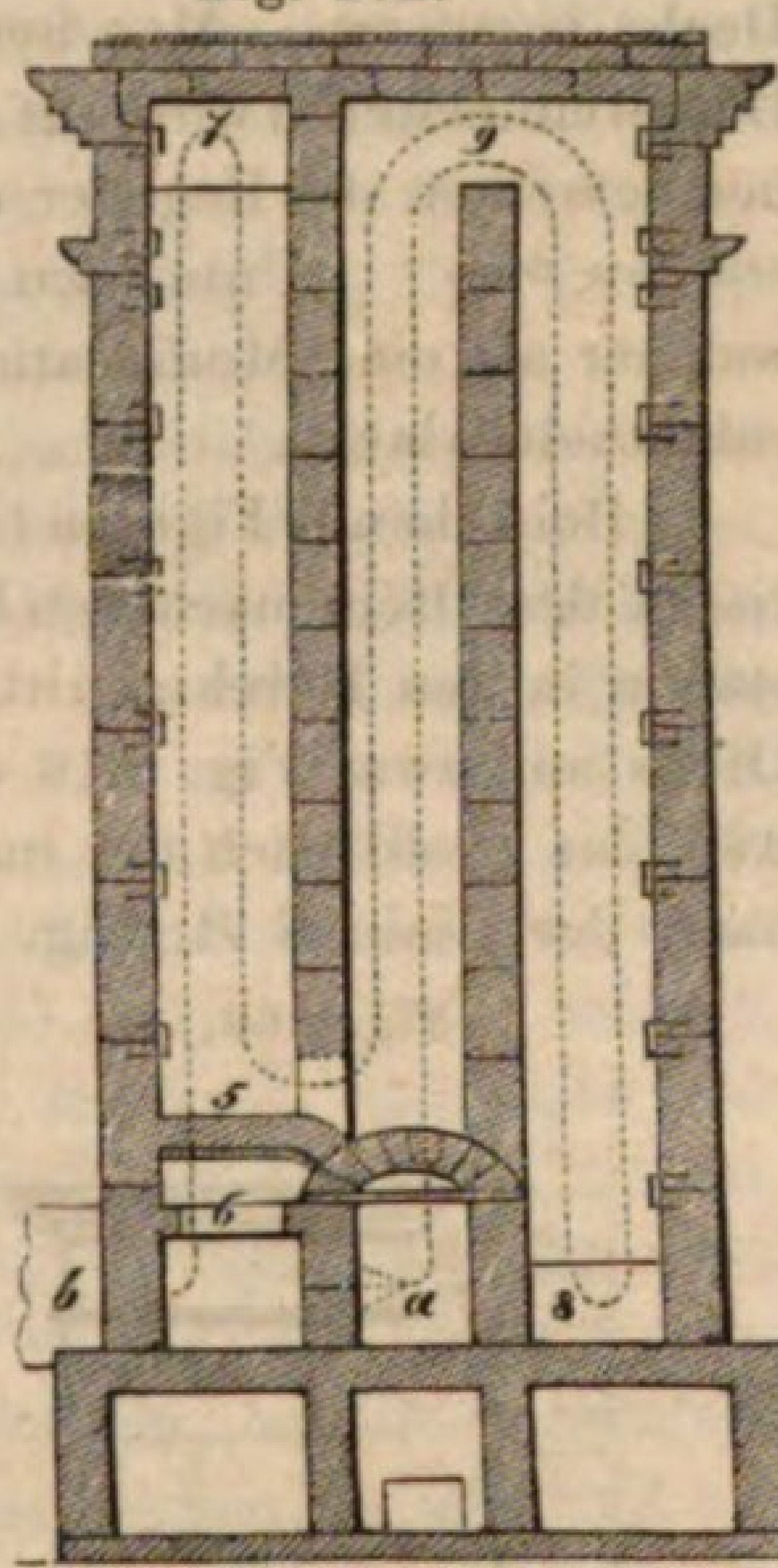


Fig. 262.



aus Gusseisen (Fig. 263, 264 u. 265) eingemauert; diese Platte hat in der Mitte eine Oeffnung von sieben bis acht Zoll Durchmesser mit einem aufrecht stehenden

Fig. 263.

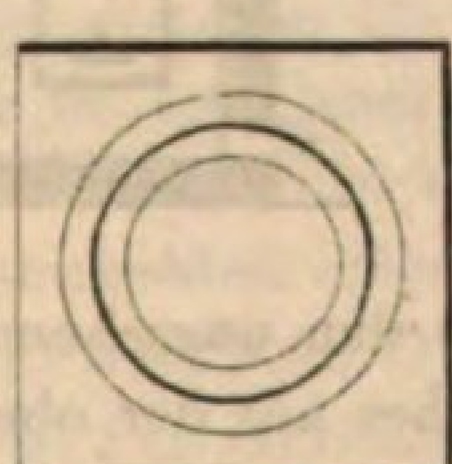


Fig. 264.

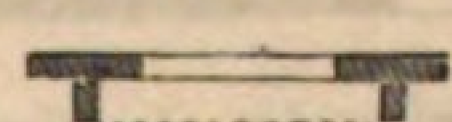


Fig. 265.



Halse von einem Zoll und innerhalb vorstehendem Rande von $^3/_8$ Zoll. Ein gusseiserner, mit einem Griff versehener Deckel *a* passt auf die Oeffnung, ein zweiter grösserer Deckel *b* mit vorspringendem Rande passt über den Hals und verschliesst das Ganze. Beim Heizen wird der Feuerraum mit kurz gesägten Holzstücken gefüllt, das Holz bei zuerst offener Thür in Brand gesetzt und dann die Thüre geschlossen, so dass die Luft durch ihre Oeffnungen einströmt. Die Verbrennung muss so lebhaft als möglich vor sich gehen; auf diese Weise theilt sich die Wärme der Ofenmasse am schnellsten mit, es bildet sich kein Rauch und der anfänglich entstandene Rauch wird bei der später entwickelten hohen Temperatur wieder verbrannt. Die äussere Seite dieser Oefen wird mit Porcellanplatten oder glasirten Kacheln belegt.

Der s c h w e d i s c h e O f e n ist von den russischen Oefen im Wesentlichen nur dadurch unterschieden, dass er gewöhnlich von runder Form ist und beinahe bis an die Decke des Zimmers reicht. Der Feuerzug steigt in der Mitte des Ofens in die Höhe, von da aus in zwei Canälen wieder abwärts, nochmals in zwei Zügen,

welche sich über dem mittleren Canale vereinigen, aufwärts und von hier aus durch das in der Decke des Ofens befindliche Rohr in den Schornstein. Der Verschluss des Rohres wird mit Hülfe eines Schiebers bewirkt, der die Oeffnung in der oberen Decke versperrt. Man bewirkt dies mit Hülfe einer über Rollen laufenden Schnur. Das Brennmaterial wird auf einmal in den Feuerraum gebracht und nach dem Verbrennen desselben das Register der Heizthüre, so wie des Rauchrohres genau verschlossen.

Gemischte Oefen. Unter den gemischten Oefen hat der Feilner'sche Ofen, welcher als eine Modification des russischen Ofens anzusehen ist, eine gewisse Berühmtheit erlangt.

Beistehende Figuren (Fig. 266 bis 269) zeigen ausser vier verschiedenen Grundrissen des Ofens nach den Höhen genommen, wie er durch die entsprechenden Buchstaben in den Durchschnitten bezeichnet ist, die Längen- und Querdurchschnitte des Ofens und zwar Fig. 266 die vordere Ansicht von der langen Seite des Ofens, Fig. 267 das Profil nach der im Grundriss angedeuteten Linie *A A*, Fig. 268 Querschnitt nach der Linie *B B*; Fig. 269 Querschnitt nach der Linie *C C*. Der Feuerherd

Fig. 266.

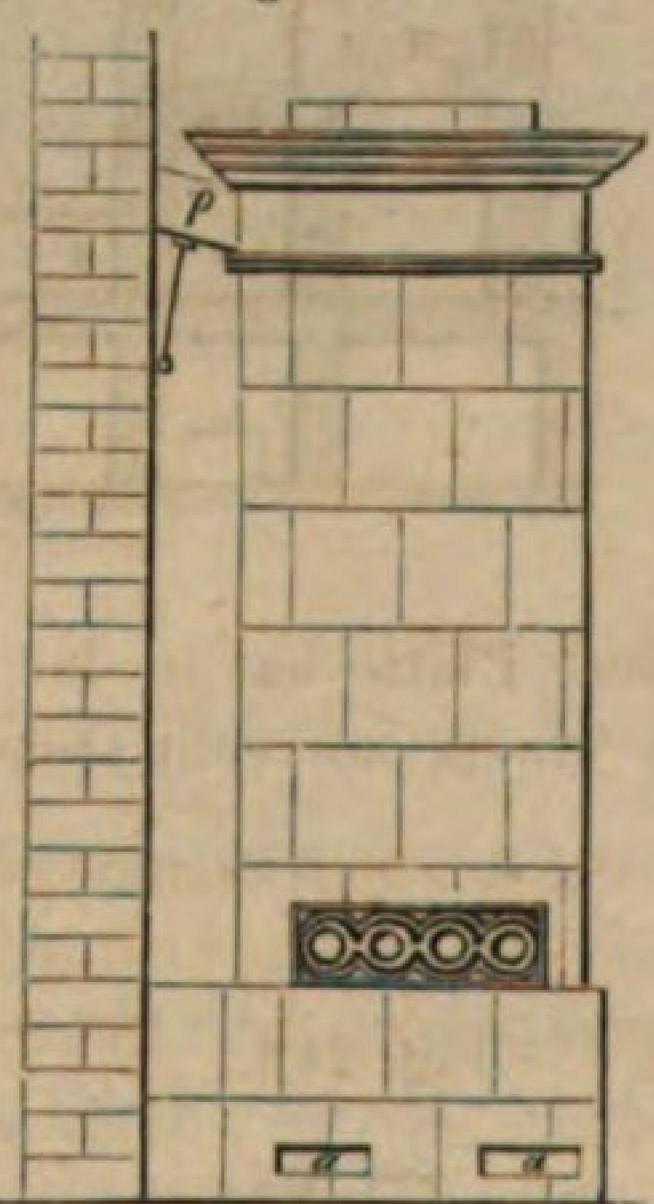


Fig. 267.

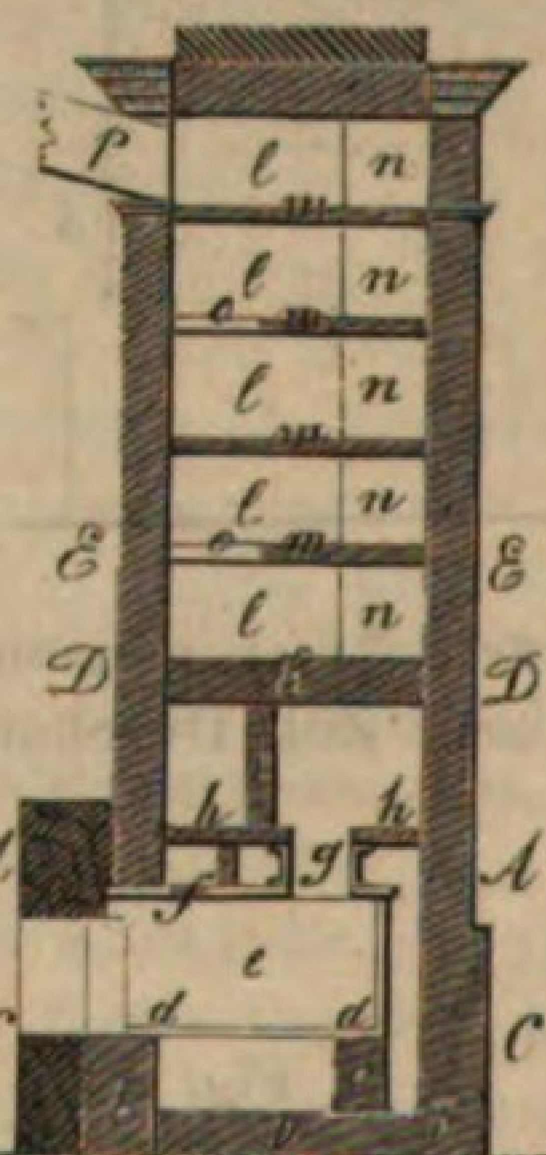
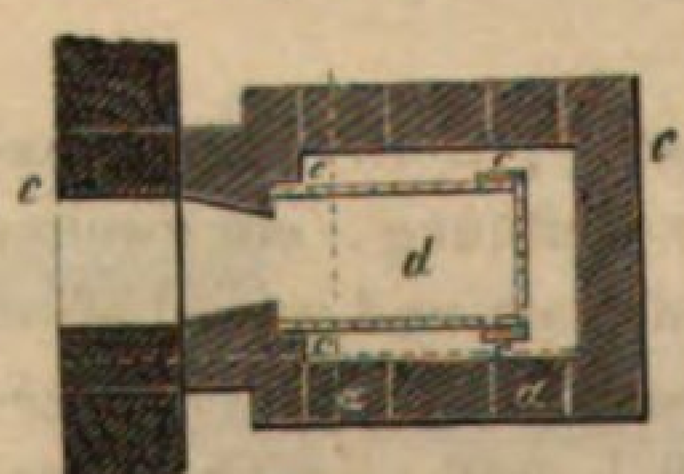


Fig. 268.



Fig. 269.



dieses Ofens ist ein eiserner, von den umgebenden Thonwänden abstehender Kasten, welcher auf der oberen Deckplatte an einem Ende mit einer runden Oeffnung versehen ist, in welche ein 4—6 Zoll hohes Rohr eingesetzt wird; durch diesen Cylinder muss sich die ganze Feuermasse durchpressen, um in die Züge zu gelangen. Eben so wie bei dem russischen Ofen findet hier eine vollständige Verbrennung ohne Rauch und Russbildung statt und ein grosser Theil der entwickelten Wärme theilt sich den Ofenwänden mit. Damit die Züge möglichst wirken, wird der Ofen durch eine verticale Scheidewand in zwei Theile getheilt; an dieser Scheidewand sind horizontale Scheidungen angebracht, so dass die heissen Verbrennungsgase sich durch die so gebildeten Gänge hindurch bewegen und immer von der einen Hälfte des Ofens in die andere übergehen müssen, bis sie oben angekommen sind. Die Verbrennungsgase durchlaufen in diesen Oefen einen Weg von 25—30 Fuss, ehe sie in das Rauchrohr gelangen, dabei berühren sie die äusseren Ofenwände auf etwa 33 Quadratfuss Fläche, so dass ihnen hinlänglich Gelegenheit geboten ist, ihre Wärme abzugeben. Da der eiserne Feuerungsraum von allen Seiten frei steht, so findet sofort nach dem Einheizen auch

Erwärmung des Zimmers statt. In dem unteren Theile des Ofens ist eine Art Luftheizung angebracht; durch daselbst vorhandene zwei Oeffnungen *a a* (Fig 266) tritt kalte Luft unten ein, welche bei ihrem Emporsteigen so stark erhitzt wird, dass sie heiss durch die Fig. 266 angedeutete durchbrochene Verzierung in das Zimmer strömt. Wird nach beendigter Verbrennung die Verbindung der Züge mit dem Schornstein durch die Klappe unterbrochen, so nimmt der obere, aus Kacheln bestehende Theil des Ofens eine solche Temperatur an, dass ein zweites Einheizen an einem Tage überflüssig ist.

b b b ist der aufgemauerte Boden des Ofens, *c c* Stützen, welche die gusseiserne Bodenplatte *d d* des eisernen Kastens aufnehmen sollen, *e* sind die drei Seitenplatten, *f f* die Deckplatte des Feuerkastens, *g* ist das auf der Deckplatte befindliche Rohr, durch welches die Verbrennungsgase in die Züge treten. Die auf der Deckplatte vorhandenen Mauerziegel tragen die Decke *h h*; letztere besteht aus einer Blechtafel, in welcher eine runde Oeffnung ist, von solcher Weite, dass das Rohr *g* das Blech nicht berührt. Auf dieses Blech kommt eine mit den Ofenwänden verbundene Decke aus Dachziegeln und zwar so, dass sie von dem Kranze des Rohres *g* etwas absteht, wodurch mithin eine Vertiefung sich bildet, welche mit trocknem Sand oder mit Asche ausgefüllt wird. Diese Vorrichtung soll das Mauerwerk von dem Eisen isoliren, damit durch die Ausdehnung des Eisens das Mauerwerk nicht auseinandergetrieben werde. Die Mauerziegel *i* bilden die Scheidewand, auf welcher die Decke *k* ruht. *l l* ist die ebenfalls aus Mauerziegeln bestehende Wand, welche, wie oben erwähnt, den Ofen in zwei Theile theilt. Die Ziegel stehen auf den Decken *n n* und sind nur so lang, dass jede der Oeffnungen *n n* sieben Zoll von der gegenüberstehenden Steinwand absteht; durch diese Oeffnungen gehen die Verbrennungsgase von einer Seite des Ofens in die andere über; durch die Oeffnungen *o o* steigt der Rauch in die Höhe, *p p* ist das an dem letzten Canal angebrachte Rauchrohr.

Bei dem Feilner'schen Ofen geht mithin das Feuer aus dem Feuerkasten *e* durch das Rohr *g*, stösst an die Decke *k*, wendet sich hier um die Wand *i*, geht durch die Oeffnung *o* in den Canal *n* und endlich in das zum Schornstein führende Rauchrohr.

Beachtenswerth ist ferner der auf Braunkohlen eingerichtete Henschel'sche Ofen, welchen Fig. 270 im verticalen, Fig. 271 im horizontalen Durchschnitt nach der Linie *A B* zeigt. Dieser Ofen besteht aus zwei Cylindern, einem äusseren von Gusseisen *a* und einem inneren von starkem Eisenblech *b*. Der äussere Cylinder steht auf dem viereckigen Aschenkasten *c d*, der oben mit dem Rost *e* versehen ist. Der innere Blechcylinder reicht nicht bis zum Roste und lässt sich durch den gut schliessenden Deckel *g* verschliessen. Der äussere Cylinder wird durch den Deckel *h* verschlossen. Beim Gebrauch

Fig. 270.

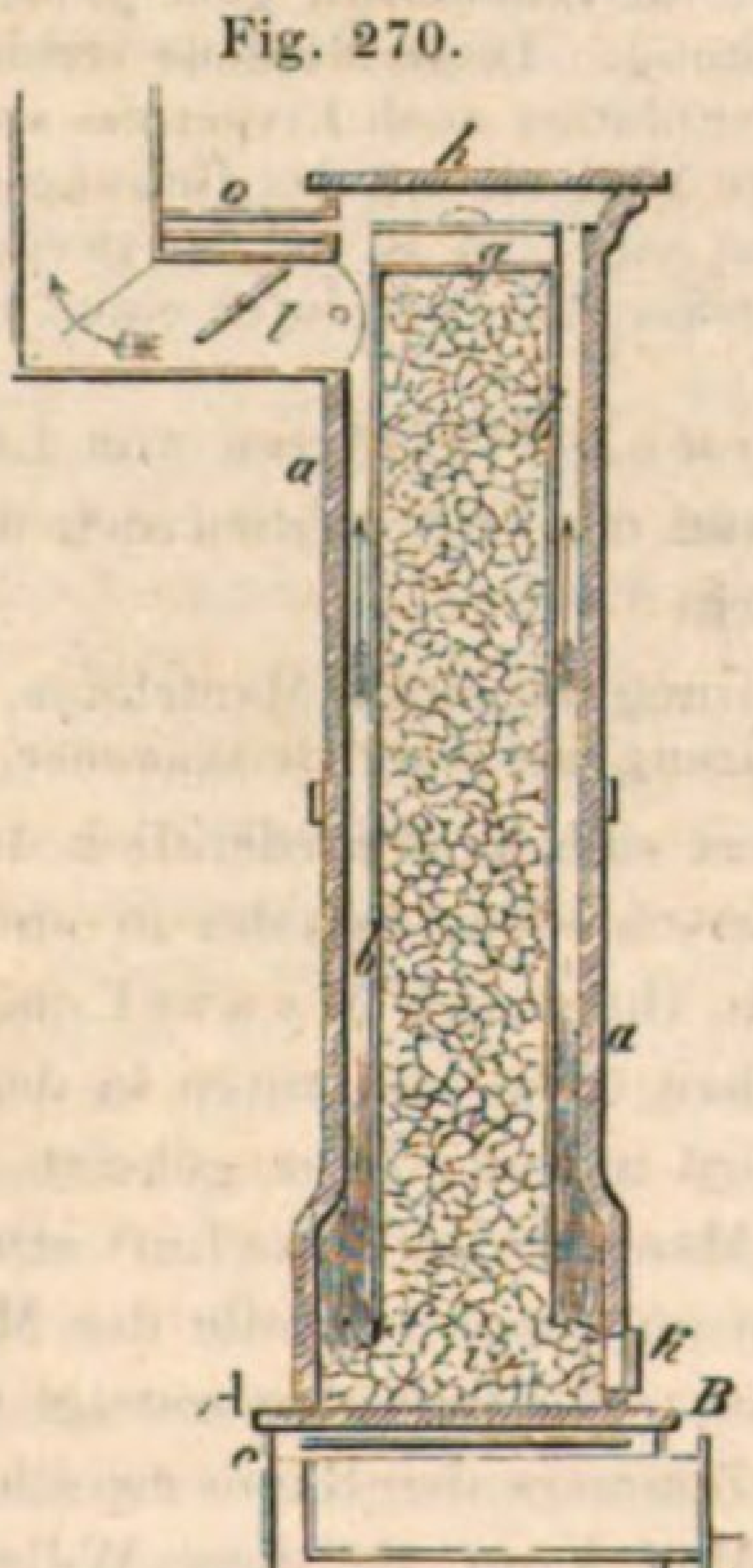
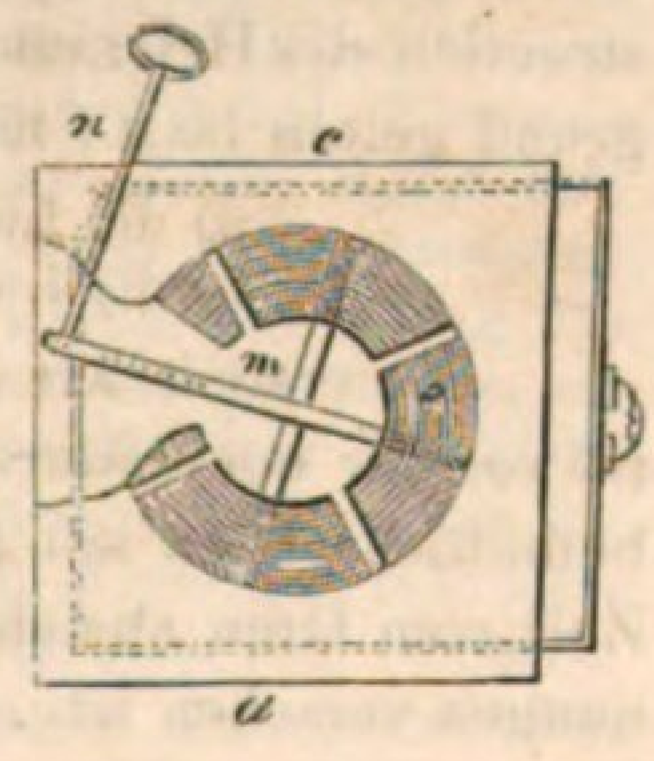


Fig. 271.



wird der Blechcylinder mit Braunkohlenstückchen angefüllt; es werden beide Cylinder durch ihre Deckel verschlossen und die Braunkohle im Feuerraume *i* durch *k* entzündet. Die Verbrennung kann begreiflicherweise nur auf dem Roste vor sich gehen, wobei der Luftzug zwischen den beiden Cylindern nach oben geht und durch das Rohr *l* abzieht. Die in dem Blechcylinder befindliche Braunkohle sinkt in dem Verhältniss, als die Verbrennung fortschreitet, auf den Rost herab. Die auf dem Rost sich nach einiger Zeit ansammelnde Asche, welche die Verbrennung unterbrechen würde, wird durch das unter dem Rost befindliche drehbare Kreuz *m*, welches mit einigen, zwischen den Roststäben durchgehenden Stäben versehen ist und von aussen durch *n* leicht bewegt werden kann, beseitigt. Durch das Rohr *o* soll der im oberen Theile des Ofens etwa vorhandene Rauch abgeleitet werden. Ein solcher Ofen brennt in der Regel 48 Stunden.

Luftheizung. Die Luftheizung ist eine Art von Ofenheizung und unterscheidet sich von der gewöhnlichen Heizung mit Hülfe von Oefen dadurch, dass der Ofen in den meisten Fällen nicht in dem zu erwärmenden Raume selbst, sondern in einem besonderen, in der Heizkammer sich befindet, in welcher sich die Luft erwärmt und sodann durch Canäle in die zu heizenden Räume gelangt.

Der Zweck der Luftheizung ist, mittelst eines Ofens einen grossen Raum möglichst gleichmässig zu erwärmen, oder eine Anzahl Zimmer zu gleicher Zeit zu heizen, endlich auch in gewissen Fällen, wo in einem Raume der Ofen aus Gründen hinderlich wäre, den Ofen zu beseitigen. Es giebt drei verschiedene Methoden der Luftheizung, die sich wesentlich durch die Art und Weise des Luftwechsels in dem zu heizenden Raume unterscheiden:

a) Die äussere kalte Luft tritt in den Heizraum und strömt als erwärmte Luft durch einen Canal in den zu heizenden Raum; ein der eintretenden Luft gleiches Volumen Zimmerluft strömt durch die Fenster- und Thürfugen aus.

b) Die erwärmte Zimmerluft geht durch einen Canal in die Heizkammer zurück, erwärmt sich hier und tritt wieder in das Zimmer. Wenn die Methode a den Vorzug hat, das Zimmer stets mit neuer Luft zu versorgen und dadurch das Zimmer ununterbrochen zu ventiliren, so wird durch die Methode b diejenige Wärmemenge erspart, welche bei der ersten Methode durch das Ausströmen der erwärmten Luft entzogen wird.

c) Eben so wie nach Methode a erwärmt sich äussere kalte Luft in dem Heizraume und gelangt in das Zimmer; die Zimmerluft geht jedoch durch einen Canal zu dem Feuer und dient zu seiner Unterhaltung. Diese Methode verbindet die Vortheile von a und b, indem neben fortwährender Ventilation auch Ersparniss an Brennmaterial stattfindet.

Vergleicht man letztere Methode mit der Heizung eines Zimmers durch einen Stubenofen, der von innen geheizt wird, so ist bei der zweiten Methode der Vorgang der Luftcirculation auf die Heizung eines Zimmers durch einen von aussen geheizten Ofen zurückzuführen.

Man unterscheidet zweierlei Arten von Luftheizung, wenn man die Construction des Heizraumes und den Ort, an dem sich derselbe befindet, als Eintheilungsgrund gelten lässt, nämlich

a) die Luftheizung mit einem Mantelofen,
b) die Luftheizung mit einer Heizkammer.

Die erstere Art nähert sich ausserordentlich der gewöhnlichen Ofenheizung und ist von ihr nur dadurch verschieden, dass der in oder neben dem zu heizenden Raume befindliche Ofen mit einem thönernen Mantel umgeben ist, welcher überall 6—8 Zoll vom Ofen absteht, oben offen und unten in der Nähe des Fussbodens mit Oeffnungen versehen ist. Wird nun der Ofen geheizt, so steigt die in dem Zwischenraum zwischen Ofen und Mantel befindliche Luft erwärmt in die Höhe, an ihrer Stelle tritt durch die Oeffnungen im unteren Theile des Mantels kalte Luft, welche, nachdem sie erwärmt worden ist, ebenfalls emporsteigt u. s. f., und so passirt in sehr kurzer Zeit alle Luft des Zimmers den Raum zwischen Ofen und Mantel und ist dann gleichmässig erwärmt. Man kann auf diese Weise einen sehr grossen Raum ganz

auf dieselbe Temperatur bringen, während bei Anwendung eines gewöhnlichen Ofens in demselben Raume in der Nähe eine lästige Hitze und in nicht grosser Entfernung davon eine empfindliche Kälte herrschen würde.

Bei der eigentlichen Luftheizung mit einer Heizkammer ist zuerst die Heizkammer zu unterscheiden, in welcher der Heizofen aufgestellt; sie ist gewölbt. Die Heizkammer soll den möglichst kleinen Umfang haben, damit die erwärmte Luft so heiss als möglich aus der Heizkammer fortgeführt werde und nicht Zeit habe, Wärme an die Mauerwände abzugeben. Die Canäle zur Ableitung der erwärmten Luft öffnen sich an der Decke der Heizkammer, der Zuleitungskanal für kalte Luft mündet unmittelbar über dem Boden der Ofenkammer. Die Entfernung des Ofens von den Seitenwänden beträgt nur 3—4 Zoll, das Gewölbe der Kammer führt man jedoch 3—4 Fuss über der Ofendecke hinweg.

Der wesentlichste Theil der Luftheizungsöfen ist ohne Zweifel der Ofen. Man hat gefunden, dass die Kastenform die geeignetste Form für den Ofen ist. Der Kasten ist entweder von Gusseisen oder aus sehr starkem Blech und genietet. Hinsichtlich der Grösse des Ofens ist zu bemerken, dass 1 Quadratfuss Oberfläche ungefähr 800 bis 1000 Kubikfuss Luft zu heizen im Stande sei.

Eine andere Einrichtung der Luftheizung ist folgende: Mehrere über und neben einander liegende, mit einander in Verbindung stehende gusseiserne Röhren werden in dem Feuerraume des Ofens so angebracht, dass zu dem einen Ende kalte Luft ein- und zu dem anderen Ende erwärmte ausströmt. In der Regel findet das Einströmen durch die unterste Röhrenreihe und das Ausströmen durch die oberste statt.

Da die warme Luft, als leichter, immer in die Höhe zu steigen, die kalte schwerere hingegen stets hinabzusinken sucht, so ist es erforderlich, dass die Heizkammer unterhalb aller zu heizenden Localitäten, demnach in dem Falle, dass solche sich auch im Erdgeschosse des Hauses befinden, im Keller angebracht sei. Aus gleichem Grunde sollen die Canäle zum Abführen der warmen Luft so viel als möglich senkrecht in die Höhe steigen. Die Ausströmungsöffnungen in den Zimmern legt man am besten nahe über dem Fussboden an; sie erhalten zum Verschluss ein durchbrochenes Gitter zum Durchlassen der Wärme und ausserdem noch einen Schieber zum völligen Absperren.

Die Klage über grössere Trockenheit der Luftheizung im Vergleiche mit Ofenheizung ist eine gegründete, indem die Luft in den auf diese Weise geheizten Localen bald jenen Grad der Feuchtigkeit verliert, der zum Wohlbefinden der Menschen nothwendig ist. Die Mittel, welche man gewöhnlich anwendet, um der zu grossen Trockenheit dieser Luft zu begegnen, sind folgende: Man stellt eine Schüssel mit Wasser in's Zimmer, am besten in die Nähe des Luftheizungscanals oder selbst in demselben auf, damit die Luft dieses Wasser trinke. Andere bringen einen mit Wasser angefüllten Badeschwamm in den Canal. Pettenkofer hat das Unzureichende dieser Mittel nachgewiesen. Die Luftheizung eignet sich nicht für gewöhnliche Wohnzimmer, welche einen ganzen Winter unseres Klima hindurch mit heisser Luft geheizt werden sollen. Dort wird sich zwar nicht gleich am Anfang des Winters, aber gewiss in der Mitte, wenn die Wände bereits mehr Wasser verloren haben, als ihnen durch Absorption aus der freien Atmosphäre täglich wieder ersetzt wird, die Klage über Trockenheit der Luft erheben. Räume, welche selten geheizt werden, eignen sich dagegen sehr für Luftheizung; ebenso Räume, wie Theater, Concertsäle, in welchen sehr viele Menschen, brennende Lichter oder andere ergiebige Quellen für Wasserdampf sich befinden.

Canalheizung. Die Canalheizung besteht darin, dass unter dem Fussboden des zu heizenden Locales Canäle hin- und herlaufen, an deren einem Ende sich der Feuerherd, an deren anderem Ende sich der Schornstein befindet, so dass die heissen Verbrennungsgase durch diese Canäle hindurchziehen. Die Canäle gehen unter dem Fussboden, welcher mit Steinplatten oder gebrannten Ziegeln bedeckt ist, im Zickzack hin und her, sind nach unten bogenförmig oder in Gestalt einer Rinne und aus-

gemauert. Auswendig ist der Canal mit trocknem Mauerschutt umgeben. Der Feuerherd befindet sich in einem nahe gelegenen Behältnisse im Keller oder in einer Ausgrabung unter der Erde. Der Schornstein geht in einer der Seitenwände in die Höhe. Man wendet die Canalheizung jetzt noch am häufigsten zur Erwärmung von Treibhäusern an, sonst wegen der bedeutenden Feuersgefahr selten.

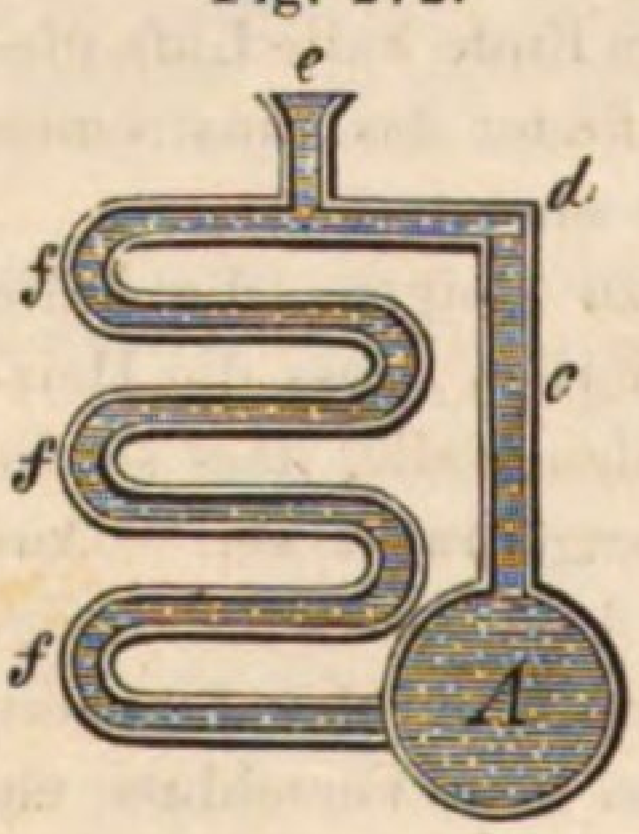
Heisswasserheizung. Anstatt die Luft unmittelbar zu erwärmen, bedient man sich zuweilen eines Zwischenträgers, nämlich des Wassers, welches sich seiner hohen specifischen Wärme wegen ganz besonders dazu eignet. Die darauf basirte Heizung nennt man die Heisswasserheizung*). Es kommt dabei darauf an, ein mit heissem Wasser angefülltes Gefäss in den zu heizenden Raum zu bringen und Sorge zu tragen, dass die Wärme, welche das Wasser verliert, wieder ersetzt wird.

Die Heisswasserheizung wird ausgeführt

a) mit Hülfe der Circulation durch einen geschlossenen geheizten Kessel oder
b) mit Hülfe der Circulation der Heberwirkung bei einem offenen geheizten Gefässe.

Bei der Heisswasserheizung nach der ersten Methode steht ein grosser Wasserkessel, welcher dicht zugeschraubt werden kann, mit Röhren in Verbindung, welche nach den zu heizenden Räumen führen und dann wieder in den Kessel zurückkehren. Das Princip der Circulation des Wassers wird aus Fig. 272 deutlich werden. Die Erwärmung des Wassers geschieht in dem Kessel A, e ist das Steigrohr, df die zum Kessel zurückgehende Heizröhre. Das Gefäss e dient zum Füllen des Apparates mit Wasser; es entweicht ferner durch dasselbe die Luft, die sich beim Erwärmen aus dem Wasser entwickelt, ferner die Wasserdämpfe, welche durch zu starkes Heizen des Kessels sich bilden könnten. Indem das Wasser in dem Steigrohr emporsteigt und dabei seine Wärme den darüber befindlichen Flüssigkeitstheilchen mittheilt, fliesst kaltes Wasser aus ff in den Kessel herab, erwärmt sich daselbst und steigt in die Höhe. Dieses Spiel dauert so lange, als noch in den verschiedenen Theilen ein Temperaturunterschied vorhanden ist; es wird aber niemals aufhören, wenn das aufsteigende warme Wasser unterwegs abgekühlt und der Temperaturunterschied forterhalten wird. Ein kleiner Wasserverlust findet dabei statt, so dass man von Zeit zu Zeit durch die mit einem Stopfer verschlossene Oeffnung e am oberen Theil der Röhre etwas Wasser nachfüllen muss. Die Leitungsröhren werden am besten aus Gusseisen angefertigt. Man rechnet bei dieser Heizung 20—30 Quadratfuss Heizfläche auf je 1000 Kubikfuss Zimmerraum.

Fig. 272.



Die zweite Methode der Heisswasserheizung mit Hülfe eines offenen Kessels, bei welcher das Princip des Hebels in Anwendung kommt, ist das sogenannte Termosiphon von Fowler, welches im Vergleich zur ersten Methode den Nachtheil hat, dass durch den offenen Kessel ein nicht unbedeutender Wärmeverlust stattfindet, für die Vermeidung der Ansammlung von Luft in dem oberen Theile des Hebers weit grössere Sorgfalt erforderlich, die Röhrenhöhe endlich eine beschränkte ist, insofern sie vom Luftdrucke abhängt.

Eine neue Methode der Heisswasserheizung ist die von Perkins erfundene. Man benutzt dabei warmes Wasser, dessen Temperatur bis auf 150—200° C., an der Feuerstelle sogar bis auf 500° steigt. Der bei dieser Methode angewendete Apparat besteht aus einer

*) 1 Kilogr. Wasser von 100° lässt, wenn es sich bis auf 20° abkühlt, 80 Wärmeeinheiten entweichen, welche 32 Kilogr. oder 24,61 Kubikmeter Luft um 10° erwärmen können.

endlosen Röhre, welche überall geschlossen und mit Wasser gefüllt ist. Der Kessel ist überflüssig. Der sechste Theil der Röhre ist in irgend einer zweckmässigen Form aufgewickelt und in einen Ofen gebracht; die übrigen $^5/_6$ werden durch Circulation erwärmt. Die Röhren sind von Schmiedeeisen, haben 1 Zoll innere Weite und sind mittelst einer kydraulischen Presse für einen Druck von 3000 Pfund auf den Quadratzoll geprüft.

Noch mag bei der Heisswasserheizung angeführt werden, dass man sich neuerdings auch des durch die Erdwärme erwärmten Wassers zum Heizen bedient hat; das warme Wasser artesischer Brunnen wird zum Heizen von Gewächshäusern, Fabriken u. s. w. benutzt.

Dampfheizung.

Bei der Heizung mit Wasserdämpfen werden die Heizflächen, die ihre Wärme an die zu heizenden Räume abgeben sollen, durch Wasserdampf erwärmt, der in einem Dampfkessel erzeugt wird. 1 Kilogr. Wasserdampf von 100° C. enthält so viel Wärme, dass durch dieselbe 5,5 Kilogr. Wasser von 0° bis auf 100° erhitzt werden können.

Ein Dampfheizapparat besteht aus einem Dampfkessel, aus Heizröhren, und aus Röhren, welche das condensirte Wasser entweder zu dem Kessel zurück oder gänzlich abführen. Der Kessel für den Dampfheizapparat hat ganz die Beschaffenheit eines gewöhnlichen Dampfkessels. Die Heizröhren sind von Gusseisen; man bringt sie entweder horizontal ein wenig geneigt wegen des Abfliessens des condensirten Wassers oder vertical an. Sind mehrere Stockwerke eines Hauses zu heizen, so lässt man ein Steigrohr bis zu der obersten Etage in die Höhe gehen, von dem aus Leitungsröhren nach den verschiedenen Etagen abgehen. Die Leitungsröhren sind am Ende mit einem nach auswärts öffnenden Ventile versehen, damit die Luft durch die einströmenden Dämpfe ausgetrieben werden kann; ausserdem würde sie sich an den Enden der Röhren anhäufen und dem Eintreten des Dampfes bis zu dieser Stelle ein Hinderniss entgegenstellen, so dass dieser Theil der Röhren ungeheizt bliebe. Sobald die Dampfentwickelung im Kessel aufgehört hat, demnach durch die Condensation der Dämpfe ein luftleerer Raum entsteht, muss die Luft durch ein nach innen sich öffnendes Ventil einströmen können.

Die Dampfheizung ist besonders dort mit Vortheil anzuwenden, wo von einem Feuerherd aus die Heizung auf grosse Entfernungen und nach den verschiedensten Richtungen ausgeführt werden soll, wie in Fabrikgebäuden mit grossen Arbeitssälen etc. Vor der Luftheizung hat sie den Vorzug, dass die Leitungsröhren unter dem Fussboden hingeleitet werden und dabei Gegenstände aller Art berühren können, ohne dass eine Entzündung zu besorgen wäre. Vor der Heisswasserheizung hat sie voraus, dass der Dampf bis zu bedeutenden Höhen aufwärts geleitet werden kann, ohne dass der Druck im Kessel vermehrt würde. In Fabriken, welche mit Hochdruckmaschinen arbeiten, ist die Dampfheizung namentlich vortheilhaft, da in diesem Falle die Heizung fast kostenlos bewerkstelligt werden kann.

Gasheizung.

Gasheizung. Seit in neuerer Zeit die Beleuchtung mit Steinkohlengas und Holzgas so grosse Ausdehnung gewonnen hat und der Preis des Leuchtgases im fortwährenden Sinken begriffen ist, lag der Gedanke nicht fern, sich des Gases als Heizmittel zu bedienen. Es wurden auch früher schon hier und da einige derartige Einrichtungen ins Leben gerufen, allgemeiner geschah dies jedoch erst in vielen Fabriken Englands, welche das Gas als Nebenprodukt gewannen und zwar mehr als sie zur Beleuchtung nöthig hatten. Nach und nach ging die Gasheizung in die Hauswirthschaft über, wo sie sich durch schnellen und sicheren Effect, so wie durch Bequemlichkeit und Reinlichkeit auszeichnet.

Die Anwendung der Gasflamme zur Erhitzung von Kochapparaten scheiterte lange Zeit an der Eigenschaft des Leuchtgases, in Berührung mit kalten Körpern Russ abzuscheiden, wodurch die Gefässe beschmutzt wurden, auch war die Heizkraft nur gering. Ingenieur Elsner in Berlin beseitigt diesen Uebelstand dadurch, dass er das Gas, ehe es zur Verbrennung gelangt, mit Luft mischt. Durch die dem Gase

vor dem Verbrennen zugesetzte Luft findet der Kohlenstoff den zu seiner Verbrennung nothwendigen Sauerstoff und das Gasgemenge verbrennt mit einer nicht leuchtenden, aber auch nicht mehr russenden Flamme.

Die Gasöfen zur Zimmerheizung lassen sich in jeder beliebigen Grösse anfertigen, sind beweglich und daher überall anzubringen; sie entbehren des Schornsteins, durch welchen bei den übrigen Oefen ein grosser Theil Wärme unbenutzt abzieht.

Die Zimmer werden durch Gasöfen sehr rasch geheizt, wodurch sich diese Heizungsart besonders für öffentliche Locale eignet, bei denen eine schnelle, aber nur kurze Erwärmung erforderlich ist, so bei Kirchen, wie denn auch in Berlin in mehreren Kirchen und anderen öffentlichen Gebäuden mit der Gasheizung befriedigende Versuche angestellt worden sind. Im Allgemeinen sind 5 Kubikfuss Gas hinreichend, um die Temperatur von 1000 Kubikfuss Raum um 12° C. zu erhöhen; $^1/_5$ der Gasmenge für die Stunde reicht ferner hin, um die erzeugte Temperatur constant zu erhalten.

Bei den in Deutschland gegenwärtig noch immer herrschenden hohen Gaspreisen ist an eine Concurrenz der Gasheizung mit anderen Heizungsarten vor der Hand nicht zu denken. Es ist nicht unmöglich, dass man in der Zukunft die Generatorgase und das Kohlenoxyd wird zur Zimmerheizung anwenden können.

Heizung ohne die gewöhnlichen Brennmaterialien.

Dass sich eine unerschöpfliche Wärmequelle in der latenten Wärme der Körper findet, welche durch Reibung oder Stoss freigemacht werden kann, ist längst bekannt. Sobald es nun thunlich ist, eine hierzu hinreichende mechanische Kraft wohlfeil genug zu beschaffen, liegt die Möglichkeit vor, Wärme in unbegrenzter Menge zu erzeugen.

In der neueren Zeit hat ein Apparat von Beaumont und Mayer, um mittelst der Reibung Wärme zu erzeugen, Aufsehen erregt. Dieser Apparat hat den Zweck, ausserdem verlorene Kräfte, wie z. B. unbenutzte Wassergefälle, Winde etc., dadurch zu verwerthen, dass durch Reibung einer konischen hölzernen Welle in einem Metallstücke mit entsprechender konischer Aushöhlung im Innern eines zum Theil mit Wasser gefüllten Dampfkessels Dampf erzeugt wird. Es ist nach dem Gesetze des mechanischen Aequivalentes der Wärme einleuchtend, dass der durch diesen Apparat gelieferte Dampf nie als Triebkraft benutzt werden kann, da man schon einer solchen bedarf, um den Apparat in Bewegung zu setzen und daher die von dem Apparate selbst erzeugte Kraft nothwendig geringer sein muss als die ursprüngliche.

Ein anderer Apparat, der ohne Anwendung von Brennmaterial Wärme verbreitet, beruht auf der Wärmeentwicklung durch die Compression der Luft mit Hülfe einer Verdichtungspumpe. Derselbe ist von Arzbecher zu Heizungszwecken vorgeschlagen worden. Zur Bewegung der Luftpumpe könnte irgend eine mechanische Kraft, welche eine Nebennutzung gestattet, verwendet werden.

Die Wärme, welche bei der Gährung von Stalldünger sich entwickelt, findet bei der Erwärmung von Gewächshäusern praktische Anwendung. An der hohen Wand derselben wird ein fünf bis sechs Fuss hoher Düngerhaufen, welcher mit abgefallenem Laub etc. vermengt ist, aufgeschichtet, indem man durch den unteren Theil desselben einige an beiden Enden offene Röhren von Blech, etwas geneigt, einlegt. Diese Röhren erwärmen sich und die Luft circulirt in denselben und tritt an dem einen Ende erwärmt aus.

Die Kesselheizung.

Kesselheizung.

Kessel werden mit wenigen Ausnahmen stets in gemauerten Oefen erhitzt, wobei Verminderung des Brennstoffverbrauchs eine bei der Construction des Ofens vor Allem zu betrachtende Aufgabe ist. Da bei der Kesselheizung eine intensive Erhitzung bewirkt werden soll, so ist unbedingt ein Rost und ein Aschen-

fall erforderlich, weil ausserdem eine vollständige Verbrennung nicht erzielt werden kann. Der Rost besteht aus parallel liegenden Stäben von Schmiede- oder Gusseisen, deren Stärke von ihrer Länge und ihre Entfernung von einander von der Grösse der Stücke des Brennmaterials abhängt, indem diese Zwischenräume nur der Asche den Durchgang gestatten dürfen. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Summe der Zwischenräume, welche die Roststäbe trennen, nur ein Viertel von der ganzen Oberfläche des Rostes betragen soll. Die grossen Roste haben vor den kleinen den Vorzug, dass der Zug durch den Durchgang der Luft durch das Brennmaterial weniger vermindert wird, die Roste sich nicht so leicht verstopfen und das Einfeuern nicht so oft vorgenommen zu werden braucht, wodurch an Arbeit erspart wird; der ganze Rost muss dagegen immer mit Brennmaterial bedeckt sein. Die kleineren Roste haben dagegen andere, für specielle Fälle sehr wichtige Vortheile; es ist nämlich die Verbrennung lebhafter und vollkommener und es entgehen der Verbrennung weit geringere Mengen Luft als bei grösseren Rosten. Bei Rosten mit Holzfeuerung kann die Oberfläche des Rostes mindestens zweimal kleiner als bei der Steinkohlenfeuerung sein, da bei der ersten Art der Feuerung die Oeffnungen sich nicht verstopfen. Nach Ed. Köchlin ist zur Verbrennung von 350 Kilogr. alten Eichenholzes in Zeit von 1 Stunde 1 Quadratmeter Rostfläche mit 1 Viertel für die Zwischenräume das zweckmässigste Verhältniss. Gewöhnlich sind die Roste für die Holzfeuerung viermal kleiner als für Steinkohlenfeuerung.

Der Feuerraum zwischen der Herdsohle (dem Roste) und dem Kessel muss geräumig genug sein, um das Brennmaterial aufnehmen zu können und die gehörige und völlige Entwicklung der Flamme zu gestatten. Das Brennmaterial muss in der erforderlichen Menge aufgegeben werden; ist die Quantität zu klein, so entgeht ein grosser Theil der einströmenden Luft der Verbrennung; ferner veranlasst, wenn oft geschürt werden muss, das häufige Oeffnen des Schürloches kalte Luftströmungen, welche die Temperatur unter dem Kessel erniedrigen und unter Rauchbildung einen starken Verlust herbeiführen. Ist dagegen die Menge des aufgegebenen Brennmaterials zu gross, so wird der Luft der Durchgang erschwert und die Verbrennung kann nur langsam und unvollkommen vor sich gehen. Ist der Feuerraum zu niedrig, so wird die Flamme gedämpft, es findet nur unvollkommene Verbrennung und reichliche Rauchbildung statt; ist dieser Raum dagegen zu hoch, so wirkt auf den Kessel vorzüglich nur die strahlende Wärme und es geht demnach viel Wärme verloren.

Die das Schürloch verschliessende Heizthüre muss so breit sein, dass man den Rost bequem übersehen, und so hoch, dass das Einfeuern ungehindert vor sich gehen kann. Sie muss vollkommen genau schliessen, da die durch die Ritzen und Fugen eindringende Luft durch Erniedrigung der Temperatur und Rauchbildung fortwährenden Wärmeverlust nach sich ziehen würde.

Rauchverzehrende Feuerungen.

Indem wir die gewöhnlichen Kesselfeuerungen, welche zum grössten Theile der Dampfmaschinenlehre angehören, übergehen, wenden wir uns zu den rauchverzehrenden Feuerungen. Nicht nur um die Nachtheile des Rauches zu vermeiden, welcher für die Umgebung grosser Feuerungsanlagen höchst unbequem werden kann, sondern auch und zwar hauptsächlich, um an Brennstoff zu sparen, hat man sich schon seit langer Zeit die Aufgabe gestellt, rauchverzehrende Feuerungen zu construiren, ohne dass dieses Problem bis jetzt als genügend gelöst betrachtet werden könnte. Wirft man auf ein in vollem Brennen begriffenes Steinkohlenfeuer frische Steinkohlen, so entwickeln sich plötzlich solche Quantitäten brennbarer Gase

und Dämpfe von hohem Kohlenstoffgehalt (Benzol, Toluol, phenylige Säure, Naphtalin, Paraffin etc.), dass der Sauerstoff der in dem Feuerraum befindlichen Luft zu ihrer vollständigen Verbrennung in den meisten Fällen nicht genügt. Durch die verhältnissmässig kühlen Wände des Dampfkessels und durch die während des Einfeuerns einströmende kalte Luft werden die Verbrennungsprodukte abgekühlt und es verbrennt nur der Wasserstoff dieser Verbindungen zum Theil, während der Kohlenstoff als Russ ausgeschieden und nicht verbrannt wird.

Die verschiedenen die Verzehrung des Rauches bezweckenden Vorrichtungen beruhen auf verschiedenen Principien, so wird z. B.

a) durch einen besonderen Luftcanal, welcher unmittelbar hinter dem Rost mündet, der Flamme ein Strom kalter und heisser Luft zugeführt;

b) man bringt zwei neben einander befindliche Feuerungen, die abwechselnd mit frischen Kohlen gespeist werden, in solche Verbindung, dass der Rauch der einen Feuerung mit dem in voller Glut befindlichen Feuer der anderen Feuerung in innige Berührung tritt und dadurch verbrannt wird;

c) es werden die frischen Kohlen auf den vorderen Theil des Rostes geworfen, damit der Rauch über das auf dem Hintertheile des Rostes in voller Glut brennende Feuer streiche;

d) das Aufschütten von frischem Brennmaterial ist einer Vorrichtung übertragen, welche nicht periodisch eine grössere Kohlenmenge, sondern allmälig, aber in ununterbrochener Wirkung, die Kohle in zerkleinertem Zustande auf das in voller Glut befindliche Feuer wirft;

e) zur Herbeiführung der hinreichenden Luftmenge, deren Sauerstoff die vollständige Verbrennung ermöglichen sollte, d. h. zur Erreichung des nöthigen Zuges war man bisher gewöhnt, sehr hohe Schornsteine aufzuführen, denn je höher die Schornsteine, desto grösser die Differenz in den specifischen Gewichten innerhalb und ausserhalb des Schornsteines, desto rascher aber auch die durch den Zug erfolgende Ausgleichung dieser Differenzen, aber auch desto kostspieliger. Je mehr der Zug auf diesem Wege gesteigert wird, desto grössere Wärmemengen gehen auf diese Weise verloren. Da die Temperaturdifferenz die Ursache der Luftströmung ist, so suchte L. Gall diese Bedingung durch eine constante hohe Temperatur des Verbrennungsraumes zu erfüllen.

Die Feuerzeuge.

Feuerzeuge. Ausser den uralten Feuerzeugen von Eisenblech zum Küchengebrauche, in welchen Stahl, Feuerstein und Zunder aufbewahrt wurden, und dem Feuerstahl, Schwamm (durch Klopfen erweichten *Boletus fomentarius*) und Stein, sind hier die sogenannten chemischen Feuerzeuge (obgleich in der eigentlichen Bedeutung des Wortes ein jedes Feuerzeug ein chemisches ist), die Streich- und Reibzündhölzer, zu erwähnen. Chemische Feuerzeuge. Die sogenannten chemischen Feuerzeuge bestehen aus mit Asbest gefüllten Gläschen, deren Inhalt mit concentrirter Schwefelsäure getränkt ist und den Schwefel- oder Zündhölzchen. Letztere sind gewöhnliche Schwefelhölzchen, deren Schwefelende mit einem Gemisch von 3 Th. chlorsaurem Kali, 1 Th. Schwefelblumen, Colophonium, etwas Gummi- oder Tragantschleim und Zinnober (als Farbe) versehen ist. Beim Gebrauche tupft man

dieses Ende in das Fläschchen. So wie die Schwefelsäure mit dem chlorsauren Kali in Berührung kommt, zersetzt sich die Chlorsäure in chlorige und unterchlorige Säure, welche Zersetzung von Feuererscheinung begleitet ist, wodurch der Schwefel und durch diesen das Holz entzündet wird.

Streich- oder Reibzündhölzer. Die ersten Reibzündhölzchen kamen unter dem Namen Congreve'sche Streichhölzer ums Jahr 1832 auf. Sie enthielten über dem Schwefel einen Ueberzug von 1 Th. Kalichlorat und 2 Th. grauem Schwefelantimon mit einem geeigneten Bindemittel (Leim oder arabischem Gummi) aufgetragen. Sie entzündeten sich, indem man sie zwischen zwei Flächen von Sandpapier, welche mit den Fingern zusammengepresst wurden, hindurchzog. Die Entflammung erforderte einen ziemlich starken Druck und nicht selten rieb sich das Zündpräparat von dem Hölzchen ab und detonirte zwischen den rauhen Flächen, ohne das Holz zu entzünden. Es war also Raum genug für weitere Verbesserungen. Es ist nicht mit Bestimmtheit zu ermitteln, wer zuerst die glückliche Idee hatte, für das Schwefelantimon den Phosphor zu substituiren. Gegen das Jahr 1833 sind die Phosphorzündhölzchen in verschiedenen Ländern gleichzeitig aufgetaucht. Preshel in Wien fertigte im genannten Jahre Phosphorzündhölzer und andere mit derselben Zündmasse versehene Zündapparate, als Zündschwamm, Cigarrenzünder u. dergl. Ziemlich um dieselbe Zeit wurden auch in Darmstadt von Moldenhauer Phosphorzündhölzer fabricirt. Besassen auch diese Zündmassen, die im Wesentlichen aus Kalichlorat und Phosphor bestanden, einen hohen Grad von Entzündlichkeit, so waren sie dagegen mit dem Uebelstand behaftet, bei der Entzündung häufig mit einer Art von Explosion zu verbrennen, wobei die brennende Masse herumgeschleudert wurde; auch war sowohl ihre Darstellung, so wie ihr Transport keineswegs ohne Gefahr, weshalb in vielen deutschen Ländern ihre Fabrikation und ihr Gebrauch verboten wurde. Im Jahre 1835 wurde durch Trevany das Kalichlorat zum Theil durch eine Mischung von Mennige und Braunstein, im Jahre 1837 durch Preshel gänzlich durch das braune Bleisuperoxyd, oder nach Böttger's Vorschrift durch ein Gemenge von Mennige und Salpeter (oder auch Bleisuperoxyd und Bleisalpeter) ersetzt. Von dieser Zeit an datirt der grosse Aufschwung der Zündwaarenindustrie. Im Laufe der Zeit erfuhren die Zündhölzchen noch weitere Verbesserungen, so umging man den Schwefel, indem man die Enden der Hölzer mit Wachs, mit Stearinsäure oder Paraffin tränkte. Man überzog ferner die besseren (Salon-) Zündrequisiten mit einem Lack, um sie nicht nur vor Feuchtigkeit zu schützen, sondern ihnen auch ein weit schöneres Ansehen zu verleihen. So ist es denn dahin gekommen, dass die Zündholzfabrikation der Gegenwart ein Produkt liefert, das technisch das denkbar vollkommenste ist, das überhaupt erreicht werden kann.

Bei aller Vorzüglichkeit der Phosphorzündhölzer besitzen dieselben jedoch Uebelstände, die aber, als in der giftigen Natur des Phosphors liegend, rein sanitätspolizeilicher Art sind. Einmal wirkt der Phosphor giftig durch seine Flüchtigkeit und hat in der ersten Zeit seiner Einführung in die Zündholzindustrie sichtbare Verheerungen unter den Arbeitern angerichtet, die aber in neuerer Zeit in Folge geeigneter Ventilation der Arbeitsräume nicht mehr wahrzunehmen sind. Trotz den Untersuchungen von v. Bibra und Geist gebricht es zur Zeit noch an genügenden Erklärungen, denn die Krankheiten der Kinnlade, wie sie in den Zündholzfabriken vorkamen, fehlen vollständig in den Fabriken, wo der Phosphor erzeugt wird. In der zweiten Richtung ist der Phosphor giftig, indem er, schon in sehr kleiner Menge in den Organismus gebracht, tödtlich wirkt. In der That hat das letzte Jahrzehend eine auffallende Zunahme der Phosphorvergiftungen mit sich geführt. In dieser Eigenschaft des Phosphors concentriren sich alle Gründe, die gegen die Anwendung des Phosphors zur Zündholzfabrikation vorgebracht werden können. Unter diesen Verhältnissen erschien die Entdeckung des *rothen Phosphors* (vergl. Seite 582) als eine Form, in welcher mit Beibe-

haltung der Vorzüge des gewöhnlichen Phosphors etwa die Nachtheile, die mit seinem Gebrauche verbunden waren, ausgeschlossen sind, als eine Wohlthat für die Menschheit, welcher sich die Regierungen und Industriellen mit Enthusiasmus zuwandten. Von allen den sanguinischen Hoffnungen, die man auf die Anwendung des rothen Phosphors in der Zündholzfabrikation, sei es zur Darstellung der gewöhnlichen Zündhölzer, sei es zur Fabrikation der sogenannten Antiphosphorfeuerzeuge oder Zwitterzündhölzchen, gesetzt hatte, ist nicht eine realisirt worden. Der Grund davon ist ein sehr einfacher. Der Phosphor hat nämlich, indem er in rothen Phosphor übergeführt wird, für seine Anwendung in der Fabrikation der Zündrequisiten, aufgehört, Phosphor zu sein, er hat keine andere Function mehr in der Zündholzmasse als alle diejenigen Körper, die fähig sind, mit Oxydationsagentien zusammengerieben sich zu entzünden. Der rothe Phosphor ist doppelt so theuer als der gewöhnliche. Es widerspricht aber allen Gesetzen der Vernunft, in der Technik für ein Rohmaterial doppelt so viel zu zahlen, als für ein anderes, wenn es in seiner Wirkung und Leistung nur gleichwerthig ist, denn der gewöhnliche Phosphor und die rothe Modification wirken ja nur nach ihrem chemischen Aequivalent, das bei beiden gleich ist.

Die Frage nach einem Ersatzmittel für den Phosphor in der Zündmasse ist schon oft ventilirt, aber noch keineswegs erledigt worden, wir möchten diese Frage selbst als eine müssige bezeichnen. So anerkennenswerth die Bestrebungen Wiederhold's u. A. um die Einführung phosphorfreier Zündrequisiten auch sind (von den Franzosen Canouil, Dalemagne, Coignet u. A. sprechen wir nicht, denn die französische Zündholzindustrie steht der deutschen, speciell der österreichischen so weit nach, wie die Londoner Ausstellung des Jahres 1862 gezeigt hat, dass die Franzosen in der Frage zur Zeit noch kein entscheidendes Wort mitzureden haben), so werden sie doch erfolglos bleiben. Der gewöhnliche Phosphor hat sich nun einmal in der Zündholzindustrie das Bürgerrecht erworben und wir müssen ihn seiner lichtfreundlichen Eigenschaften halber hoch schätzen und seine Untugenden eben mit in Kauf nehmen.

Die Fabrikation der Reibzündhölzer.

Die Fabrikation der Reibzündhölzer zerfällt in

1) die Herstellung der Hölzer,
2) die Bereitung der Zündmasse,
3) das Betupfen, Trocknen und Verpacken derselben.

1) Die Herstellung der Hölzer. Als Holz dient Tannen-, Fichten-, Aspen-, seltener Föhrenholz, zuweilen auch Buchenholz und Cedernholz. Die Zündhölzer sind entweder vierkantig (mit mehr oder minder ausgebildeten Seitenflächen) oder rund, im letzteren Falle sehr regelmässig und glatt. Die viereckigen stellt man am einfachsten, aber auch am wenigsten schön durch Zerspalten von würfelförmigen Holzklötzchen dar, welche die Länge eines einzelnen Hölzchen haben. Das Spalten ist in Deutschland überall der von Romer in Wien gemachten Erfindung des Hobelns gewichen, wodurch mit Leichtigkeit zierlich geformte runde Stäbchen entstehen.

2) Die Bereitung der Zündmasse geschieht auf folgende Weise: Der Leim oder das Senegalgummi wird mit Wasser bis zur Consistenz eines dünnen Syrups aufgelöst, bis auf 50° erwärmt und dann der Phosphor nach und nach eingerührt und mit dem Rühren fortgefahren, bis aller Phosphor zu einer weissen salbenähnlichen Emulsion vertheilt ist. Zu dieser Masse setzt man hierauf die übrigen, vorher fein geriebenen Zusätze unter sorgfältigem Umrühren.

Zur Erzeugung einer guten Zündmasse ist es unerlässlich, dass der Phosphor in der rechten Menge vorhanden sei. Zu viel Phosphor ist eben so nachtheilig als eine zu geringe Quantität. Abgesehen von dem Umstande, dass ein zu grosser Phosphorgehalt die Zündmasse unnöthig vertheuert, macht er sie auch in einzelnen Fällen zum Entzünden des Schwefel- oder Stearinüberzuges und folglich auch des Hölzchens untauglich, da die durch die Verbrennung des Phosphors sich bildende Phosphorsäure sich an den zu entzündenden Theilchen absetzt und diese mit einem zarten glasartigen Ueberzuge bedeckt, welcher genau so wie eine Wasserglasschicht das Ausbrechen in Flammen verhindert. Das beste Verhältniss scheint $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ Phosphor zu sein, vorausgesetzt, dass man die Masse auf die gewöhnliche Art durch Schmelzen des Phosphors in Leimlösung u. dergl. darstellt.

Eine weit geringere Quantität Phosphor ist jedoch zur Erzielung einer zweckentsprechenden Zündmasse ausreichend, wenn man den Phosphor in Schwefelkohlenstoff gelöst der Mischung zusetzt, wobei der Schwefelkohlenstoff seiner grossen Flüchtigkeit wegen bald verdunstet und den Phosphor im höchst fein zertheilten Zustande zurücklässt. C. Puscher hat auf die vortheilhafte Verwendbarkeit des Schwefelphosphors und zwar des Phosphorsulfuretes P_2S statt des reinen Phosphors bei den Zündmassen aufmerksam gemacht. Er hat Zündmassen mit 3,5 pCt. Phosphorsulfuret bereitet und damit tadellose Zündhölzer erhalten. Von den Metalloxyden, welche man der Zündmasse zusetzt, giebt man gegenwärtig einem Gemenge von braunem Bleisuperoxyd mit Salpeter, oder einem Gemenge von ersterem mit salpetersaurem Bleioxyd, durch Verreiben der Mennige mit Salpetersäure in der Wärme und Liegenlassen der Masse durch mehrere Wochen erhalten, den Vorzug.

Als Beispiele der Zusammensetzung der Zündmassen mögen folgende Vorschriften angeführt werden:

I.

Phosphor	1,5 Th.	
Senegalgummi	3,0 „	
Kienruss	0,3 „	
Mennige	5,0 „	Das Gemisch beider eingetrocknet.
Salpetersäure von 40° B.	2,0 „	

II.

Phosphor	8,0 Th.	in der nöthigen Menge Schwefelkohlenstoff gelöst.
Leim	21,0 „	
Bleisuperoxyd	24,0 „	
Kalisalpeter	24,0 „	

3) Das Betupfen und Trocknen der Hölzchen. Um die Hölzchen an dem einen Ende mit Schwefel und mit der Zündmasse überziehen zu können, müssen sie in hinreichender Entfernung von einander befestigt sein. Hierzu dienen kleine Bretter, deren obere Seite der Quere nach mit 50 rinnenförmigen Vertiefungen versehen ist von solcher Breite und Tiefe, dass gerade ein Hölzchen hineingeht (Fig. 273). Eine Arbeiterin legt in jede Furche des Brettes ein Hölzchen, legt

Fig. 273.



Fig. 274.

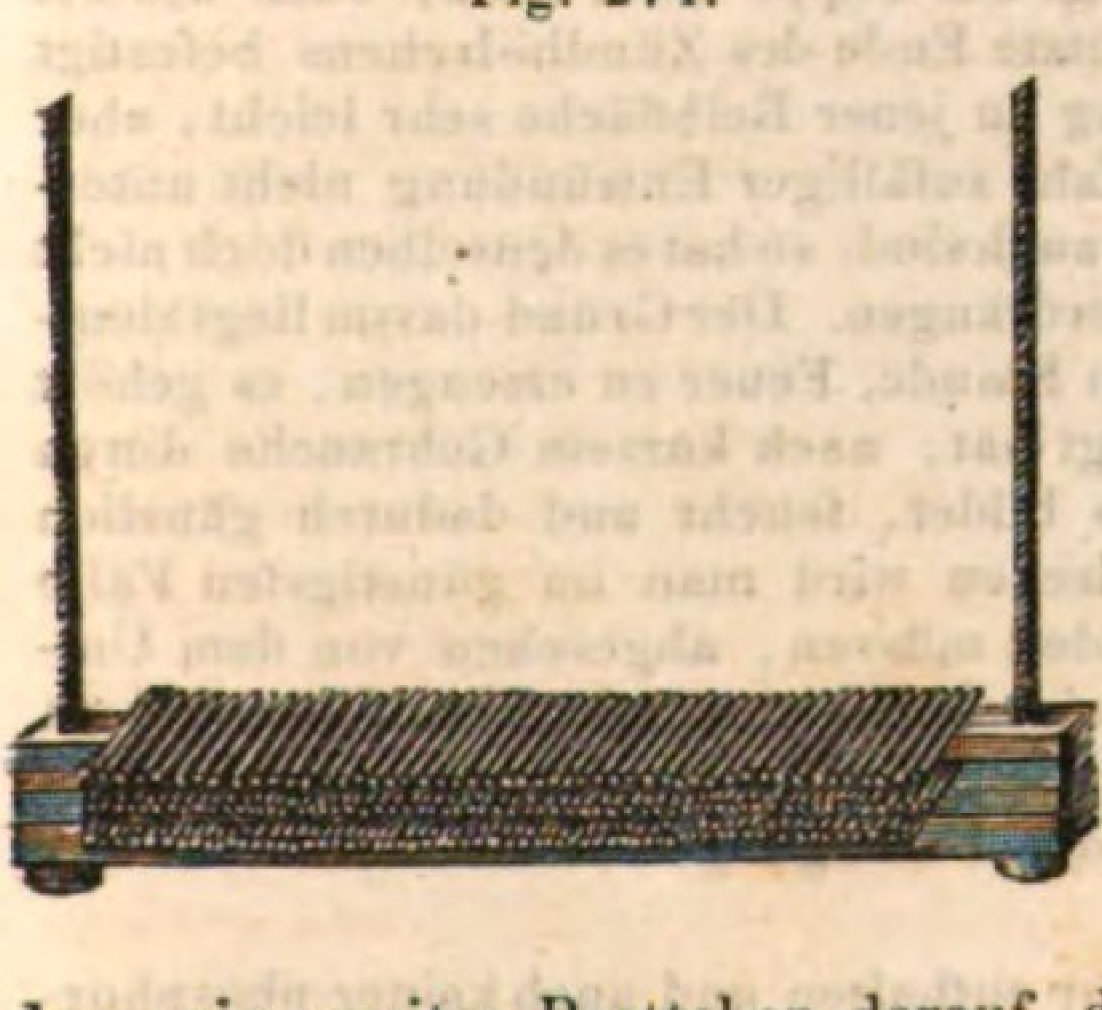


Fig. 275.



dann ein zweites Brettchen darauf, dessen untere Seite zum Festhalten der Hölzchen zwei aufgeleimte Flanellstreifen enthält, dessen obere Seite aber wieder zur Aufnahme einer neuen Reihe Hölzchen gefurcht ist. Um den so entstehenden Stapel zusammenzuhalten, haben die Brettchen nahe an jedem Ende ein rundes Loch; durch die Löcher schiebt man Stangen, die an dem obern Ende Schraubengewinde enthalten. Man schraubt die Brettchen fest, sobald 20 — 25 derselben übereinander gelagert sind,

nachdem die vorderen Enden der Hölzchen durch Aufstossen auf eine gerade Fläche in eine Ebene gebracht sind (vergl. Fig. 274 u. 275). Eine Arbeiterin steckt, je nachdem sie mehr oder minder geübt ist, täglich in 10 Arbeitsstunden 15—25 Rahmen oder Pressen, wovon jeder Rahmen 2500 Hölzchen enthält. Neuerdings hat man sich bemüht, die Arbeit des Hölzchensteckens mittelst Maschinen verrichten zu lassen.

Der zum Schwefeln bestimmte Schwefel wird in einem flachen vierseitigen Kasten, in dessen Mitte, möglichst horizontal, ein völlig ebener Stein liegt, durch ein gelindes Feuer flüssig erhalten. Man bringt so viel Schwefel in den Kasten, dass der flüssige Schwefel fortwährend etwa 1 Centimeter hoch die Platte bedeckt, in welchen man die Enden sämmtlicher in einen Rahmen eingespannter Hölzchen eintaucht, so dass sie auf den Stein aufstossen, und schleudert, nach dem Herausnehmen, den Ueberschuss des anhängenden Schwefels in den Kasten zurück.

Bei feineren Hölzchen ersetzt man den Schwefel durch Stearinsäure oder Paraffin, welche jedoch nicht, wie der Schwefel, die Oberfläche bedecken, sondern das Holz ganz durchtränken soll. Zu dem Ende taucht man die scharf getrockneten Hölzchen in die geschmolzene und stark erhitzte Fettmasse und lässt ihnen dabei die nöthige Zeit, sich zu erwärmen und das Fett durch Capillarität aufzusaugen.

Das Auftragen der Zündmasse (Betupfen) geschieht auf dieselbe Weise wie die des Schwefels, nur befindet sich die Phosphormischung in dünner Schicht gleichmässig ausgebreitet auf einer völlig horizontal liegenden Steinplatte.

Die zum Trocknen der Hölzer dienenden Trockenräume enthalten die zum Aufhängen der Rahmen nöthigen Gerüste und werden am besten durch ein System von Dampfröhren geheizt. Die Zündhölzer sollen sich dabei in solcher vertikaler Lage befinden, dass die in Gestalt eines Tröpfchens am Ende befindliche Masse herabhängt. — Die geruchlosen (Salon- oder Irishölzchen) Zündhölzchen werden nach dem Trocknen der Zündmasse mit gefärbten Harzlösungen überstrichen und nicht selten zuletzt mit Collodiumlösung überzogen.

Antiphosphorfeuerzeuge. Die sogenannten Antiphosphorfeuerzeuge sind im Jahre 1848 von Böttger erfunden und dann von Fürth in Schüttenhofen, Lundström in Jönköping (Schweden), Coignet in Paris (unter dem Namen *Allumettes hygiéniques et de sureté au phosphore amorphe*) und endlich von de Villiers und Dalemagne in Paris (unter der Benennung *Allumettes androgynes* oder Zwitterzündhölzchen) industriell ausgebeutet worden. Sie bestehen 1) aus Zündhölzchen, deren Zündmasse keinen Phosphor enthält, sondern nur in einer mit einem Bindemittel angemachten Mischung von Schwefelantimon und Kalichlorat besteht, und 2) aus amorphem Phosphor, welcher unter Zusatz eines rauhen, die Reibung vergrössernden Körpers mit Leim gemengt auf Pappe oder Holz, oder wie bei den Pariser Zwitterzündhölzchen an das entgegengesetzte Ende des Zündhölzchens befestigt ist. Die Zündhölzchen entzünden sich durch Reibung an jener Reibfläche sehr leicht, aber nicht an andern rauhen Flächen, weshalb sie der Gefahr zufälliger Entzündung nicht unterliegen. So sinnreich nun die Antiphosphorfeuerzeuge auch sind, so hat es denselben doch nicht gelingen wollen, die gewöhnlichen Streichhölzer zu verdrängen. Der Grund davon liegt ziemlich nahe. Einmal ist das Hölzchen für sich nicht im Stande, Feuer zu erzeugen, es gehört dazu die präparirte Streichfläche, die, wie sich gezeigt hat, nach kurzem Gebrauche durch die Phosphorsäure, welche sich während des Reibens bildet, feucht und dadurch gänzlich unbrauchbar wird. Bei der Benutzung von 100 Hölzchen wird man im günstigsten Falle zwei, meistens aber mehr als zwei Reibflächen verwenden müssen, abgesehen von dem Umstande, dass eine nicht geringe Anzahl von Hölzchen sich nicht entzündet. Auf der andern Seite zeigt die Anwendung des amorphen Phosphors, wie Seite 583 bereits genügend hervorgehoben worden ist, ein gänzliches Missverstehen der Bedingungen der Fabrikation der Zündrequisiten.

Von den Reibzündhölzchen, die keinen Phosphor enthalten und auch keiner phosphorhaltigen Zündfläche bedürfen, sind zu erwähnen die aus der Fabrik von Kummer und Günther in Königswalde bei Annaberg in Sachsen, deren Masse nach einer Analyse von Wiederhold aus

chlorsaurem Kali	8	Theilen
grauem Schwefelantimon	8	„
oxydirter Mennige	8	„
Senegalgummi	1	„

besteht. Oxydirte Mennige ist ein variables Gemisch von Bleisuperoxyd, salpetersaurem Bleioxyd und unzersetzter Mennige. Die von Wiederhold im Jahre 1861 vorgeschlagene Zündmasse, welche in ihrer Leistungsfähigkeit „den Phosphorzündmassen mindestens gleich steht", ist zusammengesetzt aus

chlorsaurem Kali	7,8	Theilen
unterschwefligsaur. Bleioxyd	2,6	„
arabischem Gummi	1,0	„

Die Reibzündkerzchen.

Die Reibzündkerzchen haben statt des Holzes einen dünnen Wachsstock, welcher in der Weise angefertigt wird, dass man mehrere, etwa vier Baumwollfäden neben einander liegend durch eine geschmolzene Mischung von 2 Th. Stearinsäure und 1 Th. Wachs oder Paraffin zieht und hierauf, sobald die Masse erstarrt, jedoch noch warm ist, durch ein Zieheisen führt, das die überschüssige Masse abstreift. Mittelst einer Schneidemaschine werden alle Kerzchen in bestimmte Längen geschnitten, mit der entzündlichen Masse versehen und in Schächtelchen gebracht.

Register.

A.

Acetometrie 511.
Achatglas 252.
Adouciren 29.
Aegyptian 330.
Aetzen 130.
Affination 119.
Aichmetall 50.
Alabasterglas 252.
Alaun 298.
Alaunerde 299.
Alaungerberei 558.
Alaunschiefer 299.
Alaunstein 298.
Alcarrazas 335.
Alizarintinte 607.
Alkalien 133.
Alkalimetrie 207.
Alkohol 465.
Alkoholometrie 482.
Alpakametall 51.
Alpakawolle 525.
Aluminium 123.
Amalgam 91.
Amalgamation 98.
Ammoniak 211.
Ammoniak, kohlensaur. 212.
„ salzsaur. 214.
„ schwefels. 217.
Ammoniakalaun 303.
Ammoniaksalze 212.
Anilin 597.
Anilindruck 624.
Anilinfarben 597.
Anilinfärberei 624.
Anlassen des Stahls 29.
Antichlor 372.
Antimon 83.
Antimonoxyd 85.
Antimonzinnober 85.
Antiphosphorfeuerzeuge 710.
Antiseptica 593.
Appert's Methode 593.
Araeometer 482.
Argentan 50.
Arsenige Säure 87.
Arsenik 86.
Arsensäure 87.
Arsensaures Natron 87.
Asphalt 512.
Aufbereitung 4.
Auripigment 87.
Aventuringlas 253.
Avignonkörner 606.
Azale 599.
Azaleïn 598.

B.

Bablah 544.
Bäckerei 485.
Bandanas 627.
Barilla 172.
Baryt 293.
Baryt, chromsaur. 298.
„ kohlensaur. 296.
„ salpetersaur. 297.
„ schwefelsaur. 294.
Barytgelb 297.
Barytpräparate 293.
Barytsalpeter 297.
Barytweiss 294.
Baumwollbleiche 609.
Baumwolle 356.
Baumwollfärberei 618.
Baumwollgarn 357.
Baumwollspinnen 356.
Baumwollweben 358.
Baumwollzeuge 358.
Beinglas 251.
Beinschwarz 583.
Beleuchtung 628.
Belmontin 634.
Benzol 597.
Bergblau 55.
Berilldruck 626.
Berlinerblau 32.
Bessemerstahl 26.
Bierbrauerei 443.
Bierprobe 462.
Bimssteinseife 262.
Biscuit 330.
Bittermandelöl, künstl. 597.
Blanc-fixe 294.
Blanquette 172.
Blauholz 605.
Blei 57.
Bleicherei 607.
Bleierze 57.
Bleiglätte 62.
Bleiglas 246.
Bleioxyd 62.
Bleioxyd, chromsaures 63
„ essigsaur. 63.
„ kohlens. 66.
„ schwefels. 70.
Bleisuperoxyd 62.
Bleiweiss 66.
Bleizucker 63.
Bleu-Raymond 617.
Bleu-Thénard 36.
Blutlaugensalz 30.
Borax 269.
Bordiamanten 273.
Borsäure 267.
Brandsätze 160.
Branntweinbrennerei 465.
Braunkohle 683.

Braunstein 206.
Braunsteinprobe 206
Bremerblau 53.
Bremergrün 53.
Brennapparate 474.
Brennmaterialien 666.
Brennöl 636.
Brennstahl 27.
Britanniametall 73.
Brom 174.
Bronce 48.
Brot 485.
Buntfeuer 161.
Butter 587.
Buttermilch 588.
Buttersäure 588.

C.

Cacao 504.
Campecheholz 605.
Camphin 644.
Carmin 601.
Carrara 330.
Carthamin 600.
Caseïnleim 573.
Caseogomme 620.
Catechu 545.
Cellulose 349.
Cement 283.
Cementirpulver 27.
Cementstahl 27.
Cendres bleues 55.
Centrifugalapparat 420.
Chagrin 564.
Champagner 439.
Chaptalisiren 441.
Charmottesteine 346.
Chinasilber 51.
Chloralaunerde 205.
Chloralkalien 205.
Chlorbarium 298.
Chlorkalischwefel 160.
Chlorkalk 198.
Chlorkalkprobe 202.
Chlornatrium 161.
Chlorometrie 202.
Chlorwasserstoffsäure 196.
Chlorzink 82.
Chromeisenstein 63.
Chromgelb 64
Chromorange 66.
Chromoxyd 66.
Chromroth 65.
Chromsaur. Baryt 297.
„ Bleioxyd 64.
„ Kali 64.
„ Zinkoxyd 82.
Chromzinnober 65.
Cochenille 601.
Cocosölseife 260.
Coeruleum 37.
Cognacöl 439.
Collodium 364.
Collodiumbilder 114.
Colorin 599.
Concrete 285.
Conservation des Fleisches 593.
Corallin 598.
Corchorusfaser 355.
Corduan 557.
Čornish stone 329.
Crownglas 246.
Cudbear 602.
Curcuma 606.
Cyankalium 32.

D.

Daguerreotypie 110.
Damascenerstahl 29.
Dampflampe 648.
Darrmalz 449.
Dégras 563.
Dextrin 392.
Dividivi 544.
Doppelvitriol 52.
Draht 24.
Druckerschwärze 519.
Duckstein 283.

E.

Eau de Cologne 510.
Eau de mille fleurs 510.
Eau de Javelle 205.
Eau de Labarraque 205.
Edelstein, künstlicher 248.
Einpökeln 594.
Einsalzen 594.
Einsatzhärtung 28.
Eisen 6.
Eisenblech 23.
Eisendraht 23.
Eisenerze 7.
Eisengiesserei 16.
Eisen, glasirtes 18.
Eisenmennige 306.
Eisenoxydul, schwefels. 305.
Eisenvitriol 305.
Eisglas 252.
Eiweissleim 573.
Elaylplatinchlorür 96.
Electrisches Licht 665.
Electrotypie 131.
Email 251.
Email de Rubelles 328.
Email ombrant 328.
Emailliren 18.
Entglasen 228.
Erze 3.
Essig 503.
Essiggährung 503.
Essigprobe 511.

F.

Fadenglas 253.
Färben des Goldes 121.
Färberei 610.
Farbstoffe 596.
Fäulniss 593.
Fayence 331.
Federalaun 298.
Feldspath 312.
Fensterglas 230.
Ferridcyankalium 31.
Ferrocyankalium 30.
Feuerfeste Steine 346.
Feuerwerkerei 158.
Feuerzeuge 706.
Filigranglas 253.
Firniss 518.
Fischleim 572.
Fisetholz 606.
Flachs 350.
Flachsbaumwolle 359.
Flachsrösten 351.
Flachsspinnen 281.
Flachsweben 281.
Flamme 629.
Fleisch 590.
Fleischbrühe 592.
Fleischconservation 593.
Fleischzwieback 594.
Flintglas 246.
Floretseide 535.
Fluss, schwarzer 145.
„ weisser 145.
Frischeisen 19.
Frischprocess 19.
Frischstahl 26.
Frittenporcellan 328.
Fuchsin 598.
Fuselöl 480.
Fustikholz 606.

G.

Gährung 426.
Galaktoskop 587
Galläpfel 545.
Gallisiren 442.
Galvanographie 131.
Galvanoplastik 127.
Galvanotechnik 126.
Garanceux 599.
Garancin 599.
Gasbeleuchtung 648.
Gattiren 9.
Gebläse 10.
Gelbbeeren 606.

Gelbholz 606.
Generatorgase 22.
Gerberei 541.
Gerbmaterialien 544.
Gerbsäure 546.
Gerbstoff 546.
Geschützmetall 48.
Gespinnstpflanzen 355.
Gichtgase 13.
Giesserei 15.
Gläser, farbige 248.
Glas 219.
Glasincrustationen 253.
Glasmalerei 250.
Glasmosaik 249.
Glasperlen 254.
Glasthränen 228.
Glastropfen 228.
Glasur 322.
Glaubersalz 175. 198.
Glockenmetall 48.
Glonoin 160. 633.
Glycerin 632.
Glyphographie 131.
Gold 116.
Golderze 116.
Goldgewinnung 117.
Goldpurpur 123.
Goldscheidung 118.
Golgasdruck 626.
Graphittiegel 348.
Greze 537.
Grün, Braunschweiger 53.
„ Bremer 53.
„ Mineral 54.
„ Schweinfurter 55.
Guarana 504.
Gusseisen 13.
Gussstahl 28.
Gutta percha 516.
Gyps 287.
Gypsbrennen 289.
Gypsgüsse 291.

H.

Härten des Gypses 292.
Hallymetrie 463.
Hanf 354.
Harmalin 598.
Harze 511.
Harzgas 657.
Hausenblase 572.
Haut 546.
Herdfrischung 19.
Hefe 427 u. 484.
Heizung 666.
Hohofengase 12.
Hohofenprocess 11.
Holz 348.
Holzconservation 499.
Holzgas 655.
Hopfen 444.
Hopfenconservation 445.
Hopfenöl 444.
Hopfenprobe 445.
Hüttenfabrikate 6.
Hüttenkunde 3.
Hüttenproducte 6.
Hyalographie 255.
Hydraul. Mörtel 282.
Hydrocarbür 644.

I.

Indig 602.
Indigcarmin 605.
Indigküpe 612.
Indigprobe 603.
Indigschwefelsäure 605.

J.

Jod 172.
Jodkalium 174.
Juchtenleder 555.
Juta 355.

K.

Käse 589.
Kaffee 502.
Kaffeesurrogate 503.
Kalialaun 302.
Kali, chlorsaures 205.
„ chromsaures 64.
„ kieselsaures 241.
„ kohlensaures 133.
„ salpetersaures 138.
Kaliseife 261.
Kaliumeisencyanid 31.
Kaliumeisencyanür 30.
Kalk 274.
Kalk, schwefelsaurer 287.
„ schwefligsaurer 186.
Kalkbrennen 275.
Kalkmergel 274.
Kalkofen 276.
Kalkstein 274.
Kaolin 314.
Kaltgeschmolzenzeug 160.
Kammwolle 532.
Kanonenmetall 48.
Karatirung 121.
Kartoffelbranntwein 468.
Kautschuk 513.
Kelp 172.
Kermes 601.
Kerzen 630.
Kieselerde 221.
Kieselseife 262.
Kitt 521.
Kleberbeize 625.
Klinker 345.
Knallanilin 160.
Knallgold 123.
Knallmannit 160.
Knallpulver 145.
Knallquecksilber 92.
Knallsilber 93.
Knistersalz 164.
Knochenkohle 583.
Knochenleim 569.
Knoppern 545.
Kobalt 35.
Kobaltfarben 35.
Kobaltgelb 37.
Kobaltgrün 37.
Kobaltoxydul 37.
Kobaltspeise 36.
Kobaltultramarin 36.
Kochsalz 161.
Kohlen 672.
Koks 689.
Krapp 598.
Krappblumen 599.
Krapplack 599.
Krümelzucker 423.
Kryolith 180, 302, 304.
Krystallglas 244.
Kühlkothbad 623.
Kühlkrüge 335.
Kunstguss 48.
Kunstwolle 529.
Kupellation 105.
Kupfer 39.
Kupferfarben 52.
Kupferglanz 39.
Kupferlasur 39.
Kupferoxyd, essigsaur. 56.
„ schwefels. 51.
Kupfervitriol 51.
Kyanisiren 501.

L.

Lac-Dye 601.
Lackfarben 598.
Lackfirniss 519.
Lakmus 605.
Lampen 637.
Lapis lazuli 307.
Lasurstein 307.
Leche 6.
Leder 541.
Lederleim 566.
Lehm 315.
Lehmguss 17.
Leim 567.
„ elastischer 574.
„ flüssiger 570.

Leimprobe 570.
Leimsurrogate 573.
Lein 350.
Leingewebe 353.
Leinprobe 361.
Lepidinblau 597.
Letten 315.
Leuchtgas 648.
Lichtbilder 107.
Liqueurfabrikation 510.
Lithographischer Stein 274.
Lithophanien 328.
Lithoponien 328.
Loden 530.
Löthwasser 82.
Lohgerberei 542.
Lo-kao 607.
Luftheizung 700.
Luftmörtel 280.
Lumpenwolle 529.
Luppenfrischerei 8.

M.

Mainzer Fluss 247.
Majolika 332.
Malz 446.
Magenta 598.
Mandarinage 626.
Mangansuperoxyd 206.
Marineleim 523.
Marmorcement 292.
Maschinenpapier 377.
Masseguss 17.
Massicot 62.
Mauve 598.
Meilerverkohlung 673.
Mennige 62.
Mergel 274.
Messing 49.
Metallfärbung 130.
Metallochromie 130.
Metallurgie 3.
Milch 585.
Milchglas 251.
Milchprobe 586.
Milchsäure 586.
Milchzucker 586.
Millefiori 254.
Mineralöl 645.
Moderateurlampe 643.
Mörtel 280.
Moirée metallique 74.
Molken 586.
Mondglas 231.
Moussirender Wein 439.
Münzfuss 105.
Muffel 327.
Mundleim 570.
Musivgold 74.

N.

Natron, borsaures 266.
„ kieselsaures 241.
„ kohlensaures 171.
„ zweifach kohlensaur. 180.
Natronalaun 303.
Neapelgelb 85.
Neusilber 50.
Nickel 38.
Nickelspeise 36.
Nicotianin 506.
Nicotin 506.
Nitrobenzol 597.
Nitroglycerin 160. 633.
Nitroprussidnatrium 32.

O.

Oel 509. 636.
Oele, ätherische 509.
Oelgerberei 562.
Operment 87.
Opermentküpe 613.
Orceïn 602.
Orcin 602.
Organsinseide 537.
Orlean 606.
Orseille 602.
Oxydiren des Silbers 107.

P.

Papierfabrikation 365.
Papiermaché 382.
Pappe 381.
Paraffin 634.
Paraffinkerzen 634.
Paraguaythee 504.
Parfümerie 510.
Parian 329.
Pariancement 292.
Pariserblau 32.
Pastellfarben 597.
Patina 49.
Pergament 563.
Pergamentpapier 383.
Perlenessenz 255.
Persio 602.
Perusilber 51.
Petinetglas 253.
Petiotisiren 442.
Petroleum 645.
Pfeifenthon 335.
Pflanzenfaser 349.
Phosphor 574.
„ rother 582.
Photogen 644.
Photographie 111.
Pikrinsäure 607.
Pinchbak 50.
Platin 94.
Platinmohr 96.
Platinschwamm 96.
Polarisationsapparat 404.
Pommaden 510.
Porcellan 317.
Porcellanerde 316.
Porcellanmalerei 326.
Porcellanofen 324.
Portlandcement 284.
Potasche 133.
Presshefe 484.
Pressspäne 381.
Puddelstahl 26.
Puddlingsprocess 20.
Pulver 148.
Pumplampe 642.
Purpur des Cassius 123.
Purpurin 598.
Puzzuolane 283.
Pyroxylin 362.

Q.

Quecksilber 88.
„ knallsaures 92.
Quercitron 606.

R.

Ramsay's Bleichflüssigk. 205.
Ratafia 510.
Räuchern des Fleisches 594.
Realgar 87.
Reissteinglas 252.
Rinmann's Grün 37.
Roheisen 13.
Rohschlacke 19.
Romancement 286.
Rosanilin 598.
Rosoglio 510.
Röstprocess 4.
Rothgerberei 545.
Rothholz 600.
Rübenbranntwein 471.
Rübenzucker 401.
Rubinglas 249.
Rusma 87.

S.

Saccharimetrie 403.
Sämischgerberei 562.
Saffian 556.
Safflor 600.
Saftfarben 598.
Sago 392.
Salicor 172.
Salmiak 214.

Salpeter 138.
Salpeterprüfung 144.
Salpetersäure 146.
Salpeterschwefel 159.
Salz, gemeines 161.
Salzsäure 196.
Sandelholz 600.
Sandguss 16.
Santorin 283.
Satz, grauer 159.
Sauerteig 486.
Scaliogla 292.
Schalenguss 17.
Schaumwein 439.
Scheidewasser 146.
Schiefergas 659.
Schiessbaumwolle 362.
Schiesspulver 146.
Schlacken 6.
Schmelz 251.
Schmelztiegel 348.
Schmiedeeisen 18.
Schmierseife 261.
Schnellgerberei 552.
Schriftgiessermetall 85.
Schrotfabrikation 60.
Schwefel 181.
Schwefelblumen 181.
Schwefelkohlenstoff 195.
Schwefelsäure 187.
Schweflige Säure 185.
Schwefligsaurer Kalk 186.
Sebacylsäure 635.
Secretage 91.
Seesalz 162.
Seide 533.
Seidenbleichen 609.
Seidendruck 626.
Seidenfärberei 616.
Seidenweberei 538.
Seidenzeuge 539.
Seife 256.
Seifen, gefüllte 260.
„ unlösliche 265.
„ weiche 261.
Seifenprobe 263.
Siderographie 30.
Siderolith 331.
Siegellack 512.
Silber 97.
Silbererze 97.
Silbergewinnung 97.
Silberoxyd, salpeters. 107.
Silberprobe 105.
Silbersalpeter 107.
Smalte 35.
Soda 171.
Solaröl 645.
Solaröllampe 646.
Speise 36.
Spiegeleisen 14.
Spiegelfabrikation 235.
Spiessglanz 83.
Spinnen 356 u. 527.
Spiritus 465.
Stabeisen 18.
Stärke 380.
Stärkegummi 393.
Stärkezucker 423.
Stahl 25.
Stahlstich 30.
Stanniol 73.
Stearinkerzen 632.
Steine 6.
Steinkohle 685.
Steinkohlengas 650.
Steinöl 645.
Steinpappe 382.
Steinzeug 331.
Stereochromie 243.
Strass 247.
Streichwolle 526.
Streublau 35.
Stucco 292.
Sulferino 598.
Sumach 544.

T.

Tabak 505.
Talgkerzen 631.
Tempern 29.
Terracotta 338.
Terralith 331.
Terresin 502.
Thee 503.
Theerfarben 597.
Thierkohle 583.
Thon 315.
Thonerde, schwefels. 304.
Tiegel 348.
Tinte, rothe 600.
„ schwarze 607.
Thonmergel 315.
Thonpfeifen 335.
Thonverarbeitung 312.
Tomback 50.
Töpferthon 315.
Töpferwaaren 336.
Torf 680.
Torfgas 656.
Torfkohle 683.
Tournesol 605.
Tramseide 537.
Trass 283.
Traubenzucker 423.
Tuch 530.
Türkischroth 618.
Tuschfarben 597.
Twist 358.
Tyralin 598.

U.

Uchatiusstahl 27.
Ueberfangglas 248.
Ultramarin 307.

V.

Vacuumpfannen 415.
Valonia 545.
Varecksoda 171.
Vergoldung 122.
Verkohlung 672.
Versilbern 106.
Verstählen 28.
Verzinnen 73.
Vitriolküpe 613.
Vitriolöl 187.
Vogelleim 570.

W.

Wachs 635.
Waidküpe 612.
Walkerde 315.
Walrath 635.
Walzenglas 232.
Walzwerke 23.
Warmwasserröste 350.
Wasserglas 241.
Wasserheizung 702.
Wassermörtel 280.
Wau 606.
Weben 530.
Wedgwood 330.
Wein 430.
Wein, moussirender 439.
Weinbereitung 430.
Weinessig 491.
Weinkrankheiten 437.
Weissgerberei 558.
Weisssud 74.
Wilson's Bleichflüssigk. 205.
Wismut 76.
Wismuterze 76.
Wismutlegirungen 77.
Wolle 524.
Wollzeuge 532.
Würfelnickel 38.

Y.

Yellow metal 49.

Z.

Zeuge, baumwollene 358.
„ leinene 281.
„ seidene 539.
„ wollene 532.
Ziegelsteine 338.

Ziegelsteine, schwimmende 346.
Zink 77.
Zinkchlorid 82.
Zinkgelb 82.
Zinkguss 81.
Zinkoxychlorür 82.
Zinkoxyd 81.
Zinkoxyd, chromsaures 82.
Zinkoxyd, unterchlorigsaures 205.
Zinkvitriol 82.
Zinkweiss 81.
Zinn 71.
Zinnasche 73.
Zinnfolie 73.
Zinnküpe 614.
Zinnober 92.
Zinnsalz 75.
Zinnsaures Natron 75.
Zuckerfabrikation 393.
Zuckerprobe 403.
Zündhölzchen 706.
Zündrequisiten 706.
Zuschlag 5.
Zwischenproducte 6.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wagner, Johannes Rudolf

Die Chemische Technologie dargestellt nach dem gegenwaertigen Standpunkte der Theorie und der Praxis der Gewerbe als Leitfaden bei Vorlesungen an Universitaeten, technischen Lehranstalten, sowie zum Selbstunterricht Mit 2 75 Holzschnitten

Leipzig 1863

Techn. 214 ixb
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10305973-5